

2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PROCEDIMIENTO EN EL DISEÑO GEOMETRICO DEL PERIFERICO ECOLOGICO DE LA CIUDAD DE PUEBLA Y LA INTERACCION CON SU CONSTRUCCION"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
VICTOR MANUEL OROZCO CARRILLO



DIRECTOR DE TESIS: ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI

CIUDAD UNIVERSITARIA

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

269675



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA,
DIRECCION
60-1-115/98

Señor
VICTOR MANUEL OROZCO CARRILLO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

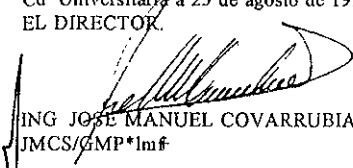
" PROCEDIMIENTO EN EL DISEÑO GEOMETRICO DEL PERIFERICO ECOLOGICO DE LA CIUDAD DE PUEBLA Y LA INTERACCION CON SU CONSTRUCCION "

- INTRODUCCION
- I. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO
- II. ESTUDIOS PRELIMINARES
- III. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO
- IV. OBRAS HIDRAULICAS
- V. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION
- VI. INTERACCION CON LA CONSTRUCCION
- CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitario a 25 de agosto de 1998
EL DIRECTOR.


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*lmf

A MIS PADRES:

***SRA. MARIA GLORIA CARRILLO DE OROZCO Y LIC. SADOT AUGUSTO
OROZCO ARAGON.***

Por su gran amor y confianza depositados en mí.

GRACIAS.

A MIS HERMANOS CARLOS Y SADOT.

Por el amor que siempre me brindan.

A MI FAMILIA.

Que con su entusiasmo alentó mi constante superación

AGRADECIMIENTOS

- *ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI, POR SUS VALIOSOS CONSEJOS PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.*
- *ING. JORGE IGNACIO GOMEZ TOLEDO. POR BRINDARME SU AYUDA INCONDICIONALMENTE.*
- *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, POR MI FORMACION.*
- *J.I CONTRUCCIONES S.A. C.V., POR MI EXPERIENCIA PROFESIONAL.*

INDICE

INTRODUCCION	1
1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	4
1.1 PROGRAMA DE DESARROLLO REGIONAL ANGELOPOLIS.	4
1.2 MODERNIZACION DE VIALIDADES Y TRANSPORTE PUBLICO.	5
1.3 PERIFERICO ECOLOGICO.	13
2. ESTUDIOS PRELIMINARES.	20
2.1. INGENIERIA DE TRANSITO.	21
2.2. ESTUDIO GEOTECNICO.	25
2.3 ESTUDIO DE TOPOGRAFIA	31
2.4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	36
3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.	39
3.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.	40
3.2. ALINEAMIENTO VERTICAL.	45
3.3 SECCION TRANSVERSAL.	48
3.4. VOLUMETRIA Y CURVA MASA.	49
4. OBRAS HIDRAULICAS.	54
4.1. CLASIFICACION DEL DRENAJE.	54
4.2 ANALISIS HIDRAULICO.	55
4.3. ALCANTARILLAS.	58
4.4. DRENAJE LONGITUDINAL (CUNETAS CENTRAL Y LATERAL)	59
5. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.	60
5.1. OBRAS PRELIMINARES.	61
5.2. TERRACERIAS Y PAVIMENTOS.	64
5.3. OBRAS HIDRAULICAS.	70
5.4. INGENIERIA DE TRANSITO.	73
5.5 ESPECIFICACIONES GENERALES.	75
5.6. ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.	76
6. INTERACCION CON LA CONSTRUCCION.	77
6.1. MODIFICACIONES A LA GEOMETRIA COMO CONSECUENCIAS DE LAS OBRAS.	77
CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFIA	82

INTRODUCCION

El avance socioeconómico de nuestro país requiere de un amplio desarrollo de infraestructura vial, ya que es el más importante de nuestros sistemas de transporte, es por ello que el Gobierno del Estado de Puebla se dio a la tarea de crear un Plan Estatal de Desarrollo, el cual pudiera dotar a sus Municipios de una infraestructura vial moderna y eficiente de acorde con las perspectivas de crecimiento de su Estado; dentro del Plan Estatal de Desarrollo de Puebla se contemplan programas específicos para cada una de sus regiones, quedando comprendida la Ciudad de Puebla dentro del "Programa de Desarrollo Regional Angelópolis", el cual contempla dentro de sus principales obras la construcción de un periférico ecológico y vialidades radiales que agilicen las actividades y el crecimiento de la ciudad.

El periférico es la primera obra de esta magnitud en la que ha participado activamente la iniciativa privada, a través de la constitución de un consorcio abierto a todas las constructoras poblanas.

Es precisamente este periférico el tema que atañe al presente trabajo. Para lo cual cabe mencionar que en su proyecto original cuenta con una magnitud de 58 kilómetros de longitud, un ancho total de derecho de vía y bandas ecológicas de 100 metros, con tres carriles por sentido y acotamiento, así como un carril exclusivo para transporte público por sentido, 11 distribuidores completos y 12 diamantes completos; debido a la crisis económica de diciembre de 1994 se incrementaron los costos y

consecuentemente los recursos para su construcción se redujeron, esto obligó a replantear las dimensiones del proyecto buscando reducir al máximo los costos, sin que disminuyera su funcionalidad, por lo que el nuevo periférico comprende 40.4 km (arcos poniente, sur y oriente), dos carriles con acotamiento por sentido, un distribuidor completo, dos distribuidores parciales, nueve diamantes completos, y tres diamantes parciales; en lo que respecta al arco norte el tránsito que circule por ahí se canalizará a través de la autopista México-Puebla-Orizaba, para lo cual la Secretaría de Comunicaciones y Transportes por conducto de Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), construirá las laterales de la autopista y mejorará los distribuidores de la misma.

El presente trabajo tiene la finalidad de exponer la metodología utilizada para la realización del diseño geométrico del periférico ecológico de la ciudad de Puebla, hacer resaltar que las técnicas y programas de cómputo utilizados resultaron ser mucho más eficientes que los métodos tradicionales, así como destacar el hecho de que existe gran interacción entre los procedimientos de diseño y la construcción de las obras, ya que permiten realizar las modificaciones y adecuaciones producto de la construcción en pequeños lapsos de tiempo, de tal manera que no se afecten significativamente los costos de ejecución de las obras.

De acuerdo con lo anterior, los procedimientos expuestos en este trabajo amplían el panorama de las empresas dedicadas al diseño geométrico de vías terrestres para mantenerse con un alto nivel de competitividad internacional ante la inminente globalización y la llegada del nuevo milenio, he aquí testimonio de la utilización de tecnología de vanguardia en el desarrollo de un proyecto de tal magnitud de una forma objetiva y sencilla, resaltando el universo de ventajas que se obtienen con la utilización de esta metodología, como por ejemplo la minimización de los recursos humanos y los bajos costos de operación, además de romper con el hito de que lleva más tiempo la realización del proyecto que la ejecución de las obras.

Para exponer la metodología empleada en el diseño del proyecto geométrico del periférico en el presente trabajo, se utilizó a manera de ejemplo el diseño del distribuidor vial "Ignacio Zaragoza", el cual forma parte del arco norte del periférico y se encuentra ubicado sobre la autopista México-Puebla-Orizaba, cumpliendo con la función de eliminar puntos conflictivos existentes entre el tránsito del área urbana y la zona industrial, así como de separar el transporte regional con el del tipo local.

El desarrollo de este trabajo consta de seis capítulos.

En el primer capítulo se presenta la descripción general del proyecto del periférico ecológico de la ciudad de Puebla, así mismo se comenta las necesidades y acciones que condujeron al Gobierno del Estado de Puebla a tomar la decisión de realizar una obra de tal magnitud.

En el capítulo dos se describen los estudios preliminares necesarios para la realización de vías terrestres, tales como: ingeniería de tránsito, geotecnia, topografía

e impacto ambiental; es de resaltar que a partir de este capítulo y como se mencionó en los párrafos anteriores se hace referencia al diseño y construcción del distribuidor vial Ignacio Zaragoza.

Para el diseño de los elementos que integran el distribuidor vial Ignacio Zaragoza se utilizó el Software "AutoCIVIL", desarrollado por Research Engineers, en el capítulo tres se definirán y describirán estos elementos, así mismo se ilustrará la utilización del Software antes mencionado.

El capítulo cuatro presenta los métodos utilizados para el desarrollo del proyecto de drenaje pluvial del distribuidor vial Ignacio Zaragoza, con el cual es posible determinar el dimensionamiento de las obras hidráulicas para desalojar las aportaciones pluviales en vías terrestres.

En el capítulo cinco se describirán los conceptos de obra requeridos para la construcción del distribuidor vial Ignacio Zaragoza, así mismo se hará mención de los elementos que lo conforman. La construcción consistirá en la ejecución de obras preliminares, obras inducidas, terracerías y pavimentos, obras hidráulicas y la fabricación y colocación de señalamiento horizontal y vertical.

En el capítulo seis se presentan las modificaciones realizadas a la geometría como consecuencia de las obras.

Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO 1

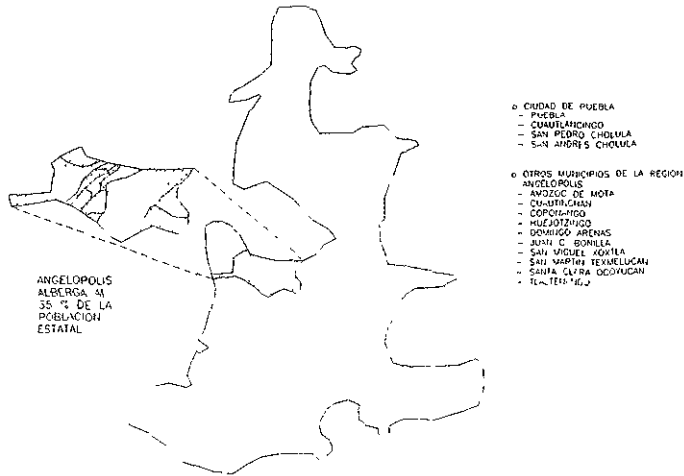
1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

1.1 PROGRAMA DE DESARROLLO REGIONAL ANGELOPOLIS.

El Programa de Desarrollo regional Angelópolis tiene el objetivo de crear, en la región más habitada del estado de Puebla, las condiciones que le permitan convertirse en un centro industrial y comercial de competitividad internacional y consiste en un conjunto de proyectos de infraestructura urbana y mejora de servicios que conducirán al desarrollo integral, sostenido y ordenado de los catorce municipios de la región Angelópolis (figura 1.1).

Figura 1.1

Municipios participantes en el Programa de Desarrollo Regional Angelópolis.



En esta región de 1,494 kilómetros cuadrados, existen 163 localidades donde viven cerca de 1 millón 600 mil personas, es decir, aproximadamente el 35 por ciento de la población del estado.

El Programa de Desarrollo Regional Angelópolis es uno de los programas regionales y sigue los lineamientos del Plan de Estatal de Desarrollo de Puebla, el cual creó programas específicos para cada una de sus regiones. Entre éstos destacan los de la Sierra Norte, Angelópolis, la región de la Mixteca y la Sierra Negra, por ser los que abarcan mayor superficie del estado.

1.2 MODERNIZACION DE VIALIDADES Y TRANSPORTE PUBLICO.

Uno de los objetivos claves del Programa de Desarrollo Regional Angelópolis es la modernización de vialidades y transporte público. El beneficio principal que se obtendrá con tal modernización es que tanto los habitantes como los productos de la región, se desplazarán de una manera rápida, eficiente y segura. Para lograrlo, hay que dotar a la región de un moderno sistema de vialidades y de un sistema de transporte urbano eficiente, que resuelvan las necesidades.

1.2.1 Diagnóstico del problema vial y de transporte en La Región Angelópolis.

El problema vial y de transporte de la Región Angelópolis tiene dos vertientes principales: una se centra en la ciudad de Puebla y su zona conurbada, y la otra, en el resto de la región.

1.2.1.1 Problemas de la ciudad de Puebla y su zona conurbada.

En 1993, la situación vial en la ciudad de Puebla y su zona conurbada era crítica y causaba enormes trastornos a los ciudadanos que transitaban o vivían ahí. Para evitar una crisis mayor, primero se identificaron las causas que originaban el problema. En el cuadro 1.1 se detallan los síntomas del problema.

Cuadro 1.1

Síntomas del problema

- Las redes viales estaban incompletas, en consecuencia, en varios lugares de la zona urbana el tránsito era extremadamente lento.
- No había libramientos para el tráfico carretero de paso, por lo que circulaban por la ciudad y causaban congestionamiento camiones y transportes públicos, cuyo destino final no era la ciudad de Puebla.
- El asfalto de muchas calles estaba en condiciones deplorables, lo cual significaba bajas velocidades de circulación y problemas para vehículos y conductores.
- El sistema de transporte público estaba en crisis. Por un lado, operaban en la región innumerables transportistas irregulares, cuyo servicio era inseguro, caro y deficiente; por la otra, el transporte concesionado era inadecuado, su flotilla requería modernización y esquemas de operación que hicieran más confiable y seguro el servicio.
- Existían otros factores, como la falta de estacionamientos y la deficiente administración del tráfico, que contribuían a los problemas de congestionamiento en la zona urbana.

Los hechos mostrados en el cuadro anterior ocasionaban que los habitantes de la ciudad de Puebla y su zona conurbada estuvieran insatisfechos de las vialidades y en especial del transporte público.

Los expertos que se consultaron advirtieron problemas que aún no se habían manifestado. Entre estos destacaba un marcado crecimiento del tráfico en la ciudad de Puebla y su zona conurbada. Si no se actuaba inmediatamente, para el año 2000, en el centro de la ciudad durante las horas pico la velocidad media de los automóviles

sería de 8.5 km/h y la del transporte público de 6.1 km/h. A esas velocidades los congestionamientos serían comunes y la contaminación atmosférica, alarmante.

Estos mismos análisis resaltaron que las deficiencias eran complejas y resultaban de haber realizado, a lo largo de muchos años, acciones parciales, cuando para resolver los problemas de fondo, se requerían proyectos integrales .

1.2.1.2 Problemas en la Región Angelópolis fuera de la ciudad de Puebla y su zona conurbada.

El problema vial y de transporte de la Región Angelópolis, sin considerar la ciudad de Puebla y su zona conurbada, consiste principalmente en la falta de una estructura vial acorde con la fuerte interacción que tienen las localidades entre sí y con la zona de la ciudad de Puebla. En la mayoría de las localidades, las calles se encuentran en condiciones deplorables y dificultan el tránsito seguro y rápido. Las vialidades que comunican las principales localidades de la región entre sí, están en pobres condiciones y obstaculizan la comunicación eficiente entre ellas.

Actualmente, los municipios de la región requieren la construcción y mejora de vialidades dentro de las propias localidades y que comuniquen a los núcleos de población entre sí.

1.2.2 Desarrollo de estudios integrales de vialidad y transporte.

Ante la necesidad de resolver el problema vial y de transporte de la ciudad de Puebla y su zona conurbada y del resto de la región, se elaboraron dos estudios integrales enfocados a resolver las deficiencias, el Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla y el Estudio de Vialidad y Transporte de los Municipios de la Región Angelópolis.

1.2.2.1 Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla.

Con base en el diagnóstico inicial de las condiciones de tráfico se propuso, dentro del marco del Plan Maestro de Angelópolis el Plan Maestro de Vialidades y Transporte para la Ciudad de Puebla y su Zona Conurbada el cual consistía, a nivel conceptual, de tres vías circunferentes (circuito del centro histórico, circuito intermedio y periférico ecológico), 16 vías radiales y nueve estaciones de transferencia para el transporte público. A este conjunto se le llamo red troncal.

Enseguida y con el fin de profundizar en el análisis del problema vial y proponerle una solución, el 11 de octubre de 1993, el gobierno estatal puso en marcha un proyecto de evaluación y análisis denominado Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla, cuyos principales productos finales debían ser:

Un diagnóstico minucioso del sistema de vialidades de la ciudad de Puebla y su zona conurbada

Propuestas detalladas para resolver las carencias de vialidad y transporte, que comprendieran soluciones integrales de largo plazo

Un plan de acción multianual, que correspondiera al Programa Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla y su Zona Conurbada, y que describiera las estrategias que debían seguirse y los pasos para resolver los problemas.

Este estudio se realizó de acuerdo con la normatividad del Banco Mundial: solo así pudo obtenerse financiamiento de esa institución en condiciones favorables a través de Banobras.

1.2.2.1.1 Metodología de análisis y evaluación.

Dado que el proyecto tenía como objetivo desarrollar un plan integral que ofreciera soluciones a los diversos problemas de vialidad y transporte, se aplicaron métodos variados. Por ejemplo, para proponer una respuesta eficaz a las deficiencias de transporte, se requería evaluar si las rutas existentes correspondían a las costumbres de desplazamiento de los usuarios. Para ello, era preciso un levantamiento de información de campo que diera a conocer los orígenes y destinos de los usuarios del sistema de transporte a diversas horas del día. Tal información debía complementarse con estudios de la situación de la infraestructura vial y del sistema de transporte (formal e informal).

1.2.2.1.2 Principales conclusiones.

El grupo de expertos recomendó una estrategia que simultáneamente abordara todas las áreas problemáticas estudiadas. Su análisis destacó que una solución parcial que no contemplara acciones integradas, solo resolvería parte de las deficiencias y podría, inclusive, ser contraproducente. De ahí que aconsejara una estrategia basada en el desarrollo de una red troncal de vialidades y transporte de alta capacidad.

1.2.2.2 Estudio de Vialidad y Transporte de los Municipios de la Región Angelópolis.

Como respuesta a la necesidad de resolver la deficiencia vial de los municipios de la Región Angelópolis anteriormente descrita, el gobierno estatal elaboró en 1995 el Estudio de Vialidad y Transporte de los Municipios de la Región Angelópolis. Este planteó un programa integral para el periodo 1996-1999 que incluyó la construcción de vialidades intermunicipales y locales. Con ello se contribuirá al mejoramiento del sistema de comunicaciones y transporte de los 14 municipios de la región.

1.2.3 Propuestas de los Estudios Integrales.

Los estudios integrales propusieron una visión de como debe ser el sistema de vialidades y transporte público, tanto en la ciudad de Puebla y su zona conurbada como en el resto de la Región Angelópolis. Esta visión se concretara a través de la realización de las iniciativas propuestas en los estudios. De hecho, la realización de estos estudios ha permitido cristalizar en obras concretas, con un orden de ejecución, lo que el Plan Maestro de Angelópolis había esbozado conceptualmente. Enseguida se detallan las acciones propuestas.

1.2.3.1 Propuestas del Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla y su Zona Conurbada.

El Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla propone la implantación de una red troncal de vialidades y transporte de alta capacidad. Sus elementos son:

1. Una red radial de avenidas y un circuito intermedio de alta capacidad que encauzará el tráfico de la periferia de la zona urbana hacia el centro, y viceversa. Las avenidas radiales servirán para ordenar el crecimiento de la zona urbana en corredores de alta densidad poblacional.
2. Un periférico ecológico que funcionará como vía de alta velocidad para el tráfico urbano y de libramiento para el tráfico de paso. El periférico se trazaría de un extremo a otro de la zona conurbada, uniría las vías radiales y serviría de línea de contención para impedir el desplazamiento de la zona urbana hacia las que tradicionalmente han sido rurales y de baja densidad poblacional.
3. Un sistema de transporte público superficial de alta capacidad que circulará sobre carriles exclusivos en las vialidades mencionadas, y que desembarcaría pasajeros en estaciones de transferencia donde se pudiera transbordar a unidades de otras rutas, ya fueran estas troncales o de circulación en áreas de menor densidad poblacional. A estas vialidades y a sus respectivas estaciones de transferencia se les llamo corredores de transporte.

De manera más específica, el sistema de transporte contempla las siguientes iniciativas:

Formación de empresas resultantes de la agrupación de operadores de rutas.

Modernización del parque vehicular.

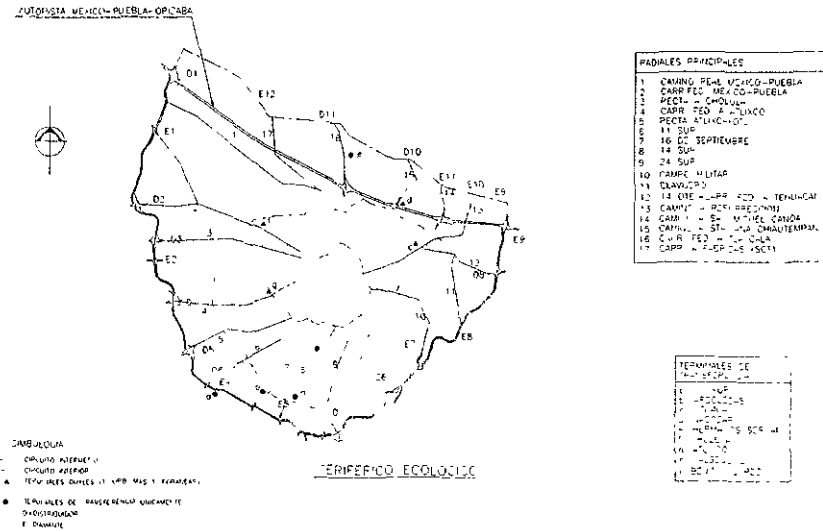
Creación de un sistema tarifario.

Construcción de terminales de transferencia.

Ejecución de obras de infraestructura tales como paraderos, adecuación de vialidades e instalación de señalamiento.

La visión gráfica de la red troncal de vialidades y transporte público de la zona urbana se muestra en la Figura 1.2. En ella se aprecia que la modernización de vialidades y transporte público permitirá que el crecimiento de la mancha urbana siga la conformación de las grandes vialidades.

Figura 1.2
Mapa general de vialidades y transporte público.



El complemento indispensable de estas acciones era la puesta en marcha de otros dos esfuerzos estrechamente vinculados al plan de la red troncal de vialidades y de transporte y que eran:

4. La modernización de los sistemas de semaforización para sincronizar los movimientos del tránsito y hacer mas veloces los recorridos de los vehículos
5. La reforma integral del sistema de administración del transporte que incluía:
 - Regularizar el transporte público de ruta fija y taxis
 - Modernizar la ley y reglamento de tránsito.

Estos cinco puntos son los elementos fundamentales de la estrategia que recomendaron los autores del Estudio Integral. El resultado de este estudio fue un plan completo de desarrollo para el periodo 1995-2005, denominado Programa Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla y su Zona Conurbada. Este programa comprende las actividades que deben llevarse a cabo y cuyo calendario de ejecución considera las limitadas condiciones económicas del estado y del país.

1.2.3.1.1 Detalle de obras por realizarse.

El Estudio Integral propone iniciativas para implantar la red troncal, la cual se centra en la construcción y adecuación de vialidades.

Con el fin de tener una visión clara del tipo de vialidades que se construirán, estas se clasifican de acuerdo con su capacidad, en vialidades arteriales y vialidades colectoras. Las arteriales reciben un flujo vehicular de 700 a 1,500 vehículos por carril por hora, en tanto que las colectoras tienen un flujo de 200 a 700 vehículos por carril por hora. En el Cuadro 1.2 se detallan las características de cada uno de estos tipos de vialidad.

Cuadro 1.2

Principales características de los distintos tipos de vialidades.

Tipo de vialidad	Características
Arterial I	<ul style="list-style-type: none"> • Doble vía con camellón • Flujo elevado (1,000-1,500 vehic. equiv./carril/h) • Velocidad: 30-50 km/h • Tipo de tráfico: autos, vagonetas, camiones
Arterial II	<ul style="list-style-type: none"> • Doble vía con camellón o vía sencilla • Flujo mediano (700-1,000 vehic. equiv./carril/h) • Velocidad: 30-50 km/h • Tipo de tráfico: autos, vagonetas y camiones
Colectora I	<ul style="list-style-type: none"> • Doble vía con camellón o vía sencilla • Flujo mediano (400-700 vehic. equiv./carril/h) • Velocidad: 20-40 km/h • Tipo de tráfico: autos y vagonetas
Colectora II	<ul style="list-style-type: none"> • Vía sencilla • Flujo bajo (200-400 vehic. equiv./carril/h) • Velocidad: 20-30 km/h • Tipo de tráfico: autos y vagonetas

El efecto que la ejecución de las obras propuestas tendrá, se aprecia al comparar la extensión y características de las vialidades con que contaba la ciudad de Puebla y su zona conurbada a principios de 1993 y la extensión y características de las vialidades que comprenden el Programa Emergente de Vialidades y el Programa Integral. Las obras de ambos programas suman un total de 176.3 km. Entre 1993 y el año 2005 las vialidades arteriales aumentarán en 72.9 por ciento, mientras que las colectoras 11.8 por ciento. La extensión de las vialidades antes de 1993 cuya construcción requirió varios siglos, aumentara 42.3 por ciento en tan solo 13 años. Este detalle se ilustra en el Cuadro 1.3

Cuadro 1.3

Incremento en la extensión de vialidades en la ciudad de Puebla y su zona conurbada 1993-2005

Tipo de vialidad	Extensión en enero de 1993 Kilómetros	Programa de vialidades 1993-1997 Kilómetros	Programa Integral 1998-2005 Kilómetros	Total 1993-2005 Kilómetros	Extensión en diciembre de 2005 Kilómetros	Incremento porcentaje
Arterial I y	207.08	80.01	131.65	151.04	358.12	72.9
Arterial II						
Colectora I y						
Colectora II	<u>214.06</u>	<u>19.99</u>	<u>22.18</u>	<u>25.24</u>	<u>239.3</u>	<u>11.8</u>
Total	421.14	100	153.83	176.28	597.42	42.3

1.2.3.1.2 Magnitud del programa.

El Programa Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla y su Zona Conurbada pretende dotar a la ciudad de Puebla de una red moderna de vialidades y transporte diseñada para que sea funcional durante varias décadas. La magnitud del esfuerzo queda clara si se reconoce que el periférico ecológico tendrá un recorrido de 58 kilómetros, equivalente al 63 por ciento del trayecto del periférico de la ciudad de México.

El esfuerzo se distingue no solo por su tamaño sino por sus efectos positivos en el tránsito de la zona conurbada:

Una vez concluidas las obras, en horas pico los autos circularán a una velocidad media de 28 km/h.

El 38.9 por ciento del tráfico de carga de paso se habrá desplazado del centro de la ciudad al periférico, protegiendo de esa forma el hábitat de los poblanos, mejorando la eficiencia del transporte en forma significativa y colaborando en la lucha contra la contaminación del aire.

Los proyectos también tendrán efectos económicos importantes:

La construcción del periférico ecológico generó en 1995 1,960 empleos directos y nueve mil indirectos.

Las obras mejorarán la competitividad de la zona conurbada, con lo cual se recuperará el dinamismo de la inversión en la región.

El análisis costo-beneficio que se llevó a cabo revela que el valor presente neto del programa es de 68 millones de dólares.

1.2.3.2 Propuestas del Estudio de Vialidad y Transporte de los Municipios de la Región Angelópolis.

El Estudio Integral de Vialidad y Transporte de los Municipios de la Región Angelópolis propone obras que agilizarán la comunicación entre los municipios de la región, a través de la construcción entre 1996 y 1999 de vialidades intermunicipales y vialidades locales, promoverá el desarrollo de la región ayudando a crear polos de desarrollo fuera de la ciudad de Puebla y su zona conurbada.

1.3 PERIFERICO ECOLOGICO.

Uno de los principales componentes del Programa Integral es el periférico ecológico. Este tiene antecedentes que datan de hace muchos años, cuando se previó que para resolver el problema de tránsito, se requería un circuito que rodeara la ciudad y desplazara el tráfico de paso hacia zonas de menor densidad poblacional, a través de vialidades diseñadas para mantener altas velocidades de circulación.

1.3.1 Antecedentes.

Hasta 1993, el concepto del periférico consistía en un circuito de 22 kilómetros de longitud sobre el trazo de lo que hoy se conoce como el anillo intermedio. En ese mismo año, Cal y Mayor y Asociados S.C. elaboró un diagnóstico inicial de las condiciones de tráfico, que dio ocasión al Plan Maestro de Vialidades y Transporte para la Ciudad de Puebla y su Zona Conurbada. Este Plan Maestro incorporaba el concepto de un periférico ecológico sobre el mismo trazo. En agosto de 1993, se acudió a Banobras en busca de alternativas de financiamiento para la construcción de esta obra. Se decidió licitar el diseño del proyecto. Esta licitación se llevó a cabo entre empresas recomendadas por Banobras y resultó ganadora PRODISI (Proyecto y

Dirección de Sistemas de Ingeniería S.A. de C.V.). El 26 de octubre de 1993, PRODISI presentó otro proyecto para el periférico ecológico de mayores dimensiones. PRODISI estimaba que, por un lado, el trazo de 22 kilómetros sería insuficiente para satisfacer las necesidades en el largo plazo, y por otro, la adquisición de los predios entrañaría altos costos, ya que el trazo original pasaba por zonas habitadas y densamente construidas.

1.3.2 Diseño del periférico ecológico.

El 16 de diciembre de 1993 se asignó a PRODISI la licitación para la ejecución del diseño detallado del proyecto, diseño que se trazo bajo la premisa de que el periférico ecológico debía satisfacer los siguientes propósitos:

Reordenar los viajes de turismo, carga y pasajeros, entre las diferentes zonas de la Región Angelópolis y fuera de ella, reduciendo los tiempos de recorrido, la contaminación ambiental y el costo social del transporte.

Colaborar en el ordenamiento del crecimiento y desarrollo urbano de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla

Servir de libramiento vial al tránsito proveniente de la autopista México - Puebla - Orizaba, y de otras vías radiales, así como distribuir el flujo vehicular entre los distintos núcleos urbanos conectados por medio de las vías radiales.

Ofrecer eficiencia vial al transporte público de pasajeros y de carga a lo largo de la vía.

Además de satisfacer esos objetivos, el trazo del periférico debía tomar en cuenta criterios de índole social, económica, técnica y geográfica como:

Afectación mínima de predios edificados.

Afectación mínima a instalaciones de servicios públicos.

Promoción económica de zonas marginadas.

Traslado eficiente y económico de pasajeros y carga por toda la zona conurbada de la ciudad de Puebla.

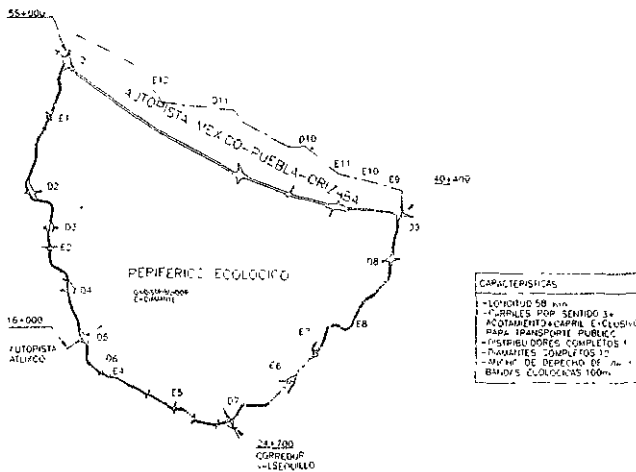
Reducción al mínimo del desarrollo del periférico ecológico para disminuir consecuentemente su costo, sin dejar de cumplir las normas de proyecto y los criterios mencionados.

Funcionalidad de la obra por 25 años.

Ubicación de la ruta en zonas rústicas, ya sean baldías o agrícolas, que permitan la creación de las bandas ecológicas forestadas propuestas.

En marzo de 1994, PRODISI ya había elaborado un diseño que contaba con una longitud de 58 kilómetros, un ancho total de derecho de vía y bandas ecológicas de 100 metros, tres carriles con acotamiento y carril exclusivo para transporte público por sentido, 11 distribuidores completos y 12 diamantes completos. Estas dimensiones, así como el trazo mostrado en la Figura 1.3, cumplían con los propósitos específicos para los cuales se había planteado la construcción del periférico. Este, además, tendría una gran funcionalidad, ya que se podría alcanzar una velocidad promedio de 100 km./h con un alto nivel de seguridad.

Figura 1.3
Proyecto Original.



1.3.2.1 Programa de acción.

Según el plan de trabajo vigente en marzo de 1994, los 24.7 kilómetros correspondientes a los tramos poniente y sur se construirían entre marzo y octubre de 1994. Posteriormente, entre junio de 1994 y mayo de 1995 se construirían los 15.7 kilómetros del tramo oriente. En ese entonces se decidió programar la construcción del tramo norte (17.6 kilómetros) hasta que los tramos sur y oriente estuvieran totalmente concluidos. Este calendario, que se muestra en el Cuadro 1.4, proponía fechas de terminación viables; sin embargo, aspectos tales como la adquisición de los derechos de vía y la disponibilidad de recursos podrían, como de hecho sucedió, atrasar las obras.

Cuadro 1.4

Metas Programáticas por tramo.

Etapa	Tramo	Longitud Kilómetros	Periodo de desarrollo
1a.	Poniente y Sur	24.7	Marzo-octubre de 1994
2a.	Oriente	15.7	Junio 1994-mayo 1995
3a.	Norte	17.6	Por definir

E1 12 de abril de 1994, ya con el diseño concluido, se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Puebla la "Declaratoria de Utilidad Pública Relativa a la Construcción del Anillo Periférico Ecológico" y por lo mismo, obtuvo un carácter oficial.

Para esta fecha estaba en proceso de elaboración el Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Ciudad de Puebla, el cual incorporó el diseño del periférico como parte fundamental suya.

1.3.3 Adquisición de derechos de vía.

Una de las actividades principales en la ejecución de este proyecto, ha sido la adquisición de los derechos de vía. Para tal efecto, se ha seguido la estrategia de la concertación y la remuneración justa a los dueños de predios a través de un proceso controlado y supervisado por diversos sectores. Esto significa que la velocidad de adquisición de los derechos de vía, puede influir en las metas programadas. Para la coordinación de la adquisición de los derechos de vía se contrato, con base en su experiencia en este tipo de trabajo, a la empresa Informática y Control de Obra, S.A. de C.V. (ICO).

1.3.4 Construcción.

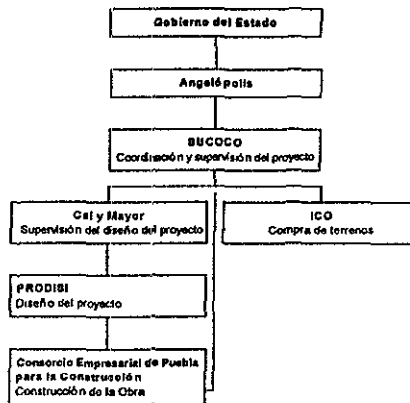
Con el objeto de apoyar y fortalecer la economía de la industria de la construcción en el estado, se invitó a todas las constructoras poblanas a participar en la realización de esta obra. Tal invitación se hizo a través de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, Delegación Puebla, cumpliendo así con la ley y con la normatividad existentes. De esta forma la construcción del periférico se asignó al Consorcio Empresarial de Puebla para la Construcción, S.A. de C.V. formado por 47 empresas locales.

1.3.5 Coordinación y supervisión.

Dada la complejidad inherente a la ejecución de una obra de estas dimensiones, se designó a un responsable general del proyecto que coordinara las actividades descritas. Para la realización de esta función se asignó a la empresa Supervisión, Coordinación y Construcción de Obra S.A. de C.V. (SUCOCO), empresa con amplia experiencia en labores de coordinación. El esquema general de organización para la construcción del periférico se muestra en el Cuadro 1.5.

Cuadro 1.5

Organización de la Construcción del Anillo Periférico Ecológico.



1.3.6 Efectos de la crisis económica.

Desde diciembre de 1994 y como consecuencia del inicio de la crisis económica, los costos del periférico se incrementaron y los recursos disponibles para su construcción se redujeron. Esto obligo a replantear las dimensiones del proyecto y se busco un esquema alternativo que redujera al máximo los costos, sin que disminuyera significativamente su funcionalidad.

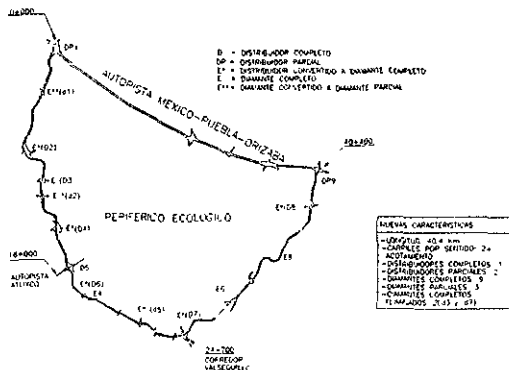
1.3.6.1 Modificaciones acordadas como consecuencia de la crisis económica.

En febrero de 1995, se acordó modificar el proyecto sin alterar el trazo original. El nuevo periférico comprendería 40.4km (arcos poniente, sur y oriente), dos carriles con acotamiento por sentido, un distribuidor completo, dos distribuidores parciales, nueve diamantes completos y tres diamantes parciales. Estas modificaciones se muestran en la Figura 1.4. En lo que se refiere al arco norte y cuya construcción ya se había acordado posponer, el tráfico que hubiera circulado por ahí se canalizaría a través de la autopista México-Puebla-Orizaba, para lo cual la Secretaría de Comunicaciones y

Transportes, a través de Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), construiría las laterales que le faltan a la autopista y mejoraría los distribuidores de la misma. También se decidió comprar los terrenos que se señalaban en el proyecto original, previendo que en el futuro, el periférico se completara de acuerdo con lo dispuesto originalmente.

Figura 1.4

Modificaciones al proyecto acordadas en febrero de 1995 como consecuencia de la crisis económica.



1.3.7 Avance en la construcción del periférico.

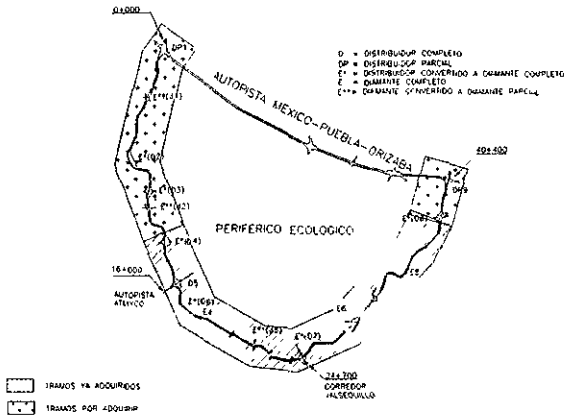
A la fecha, el avance en el desarrollo de proyectos ejecutivos, adquisición de derechos de vía y construcciones, es como sigue:

En lo que se refiere al diseño, hay un avance del 100 por ciento sobre el proyecto original de 58 km. Cabe reiterar que no es necesario modificar el trazo del proyecto para construir el periférico conforme a las acuerdos modificatorios tomados en febrero de 1995, y que el mismo proyecto podrá utilizarse para construir el periférico conforme a las dimensiones originalmente planeadas.

Se ha avanzado en forma significativa en la adquisición de derechos de vía para la construcción del periférico. Para finales de 1995, se habían comprado 194.9 hectáreas de terrenos, equivalentes a 19.1 km. lineales del periférico, lo que representa un 47.3 por ciento de su longitud (porcentaje del diseño de 40.4 km.). Como se observa en la Figura 1.5, el mayor avance se ha logrado en el tramo sur, dado que es el tramo que se requería liberar con mayor urgencia, ya que es la zona de mayor circulación.

Figura 1.5

Avance en la adquisición de derechos de vía.



Respecto a las obras, el avance ha sido menor. Se encuentran ya en operación 9.9 km., entre el km. 14+700 (Tramo 7) y el km. 24+600 (Lafragua), equivalentes al 25 por ciento de la longitud del periférico, así como 6.2 km. del desarrollo del Distribuidor 5. Los 8.6 km. del periférico que van del Distribuidor 5 a Lafragua, se han construido con tres carriles para tránsito vehicular, un carril exclusivo para transporte público y un acotamiento por sentido. Este tramo se construyó conforme al plan original y no de acuerdo con las modificaciones acordadas en febrero de 1995, porque en este tramo se concentra una gran parte de la población de la ciudad y, así, se determinó construir el periférico con las dimensiones originalmente planeadas. En el tramo que ya está en operación, hay obras menores en proceso, por lo que el avance en términos de volumen de obra es de 23 por ciento.

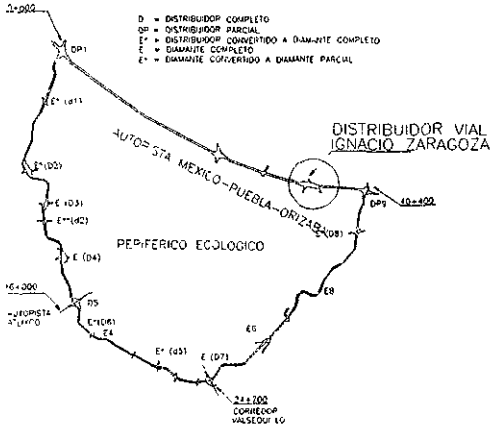
CAPITULO 2

2. ESTUDIOS PRELIMINARES.

Para la realización de un proyecto de la magnitud del Periférico Ecológico de la ciudad de Puebla se requirió de la realización de múltiples estudios de ingeniería, tales como: ingeniería de tránsito, geotecnia, topografía e impacto ambiental, los cuales serán mencionados en el presente capítulo.

Debido a la magnitud del proyecto y para facilitar la comprensión del mismo, se ejemplificará con fines prácticos los procedimientos empleados para la ejecución del distribuido vial "Ignacio Zaragoza" el cual forma parte el Periférico y se ubica sobre la Autopista México-Puebla-Orizaba, como se muestra en la figura 2.1.

Figura 2.1
Ubicación del distribuidor vial "Ignacio Zaragoza".



2.1. INGENIERIA DE TRANSITO.

En la planeación, proyecto y operación de calles y carreteras, la demanda del tránsito, bien sea presente o futura, es considerada como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que una calle o carretera presta servicio a esta demanda, es conocida como capacidad. Para determinar la capacidad se requiere no solo de un conocimiento general de las características de la corriente de tránsito, sino también de un conocimiento de los volúmenes, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación.

Asimismo, no puede tratarse la capacidad de un camino sin hacer referencia a otras consideraciones importantes, tales como la calidad del nivel de servicio proporcionado y la duración del periodo de tiempo considerado, debido a que la capacidad es uno de tantos niveles de servicio al cual puede operar un camino.

El término "Nivel de Servicio" se usa para describir las condiciones de operación que un conductor experimentara durante su viaje por una calle o carretera. Como las

condiciones físicas del camino están fijas, el nivel de servicio en una carretera varía principalmente con el volumen de tránsito.

Los elementos fundamentales que se consideran para evaluar el nivel de servicio bajo condiciones de flujo continuo, son la velocidad durante el recorrido y la relación volumen de demanda - capacidad o volumen de servicio - capacidad.

Para llevar a cabo el estudio de ingeniería de tránsito del distribuidor Ignacio Zaragoza, es necesario interpretar el análisis operacional del flujo de tránsito, tomando en consideración el estudio de la capacidad y nivel de servicio de los elementos del sistema, así como el volumen de servicio con el que se analizan las distribuciones espaciales y temporales de los diferentes volúmenes de servicio sean estos absolutos, promedios, diarios u horarios, también se estudia su velocidad y se hace referencia a los dispositivos para el control del tránsito. En el presente capítulo se mencionaran los conceptos fundamentales para la comprensión del mencionado estudio de ingeniería de tránsito

2.1.1. CAPACIDAD

Capacidad de un camino, o de un carril, es el número máximo de vehículos que pueden circular por él durante un periodo de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes, tanto del propio camino como de la operación del tránsito.

La capacidad, normalmente no puede ser excedida sin cambiar una o más de las condiciones prevalecientes. Al expresar la capacidad, es esencial plantear cuales son las condiciones prevalecientes del camino y del tránsito.

La capacidad de un camino depende de un cierto número de condiciones: La composición del tránsito, los alineamientos horizontal y vertical, y el número y ancho de los carriles, son unas cuantas de estas condiciones que, en conjunto, pueden designarse como condiciones prevalecientes:

Las condiciones prevalecientes del camino no pueden ser cambiadas, a menos que se lleve a cabo una reconstrucción del camino. Las condiciones prevalecientes del tránsito pueden cambiar o ser cambiadas de hora en hora, o durante varios periodos del día.

El conocimiento de la capacidad o del volumen de servicio de un camino sirve fundamentalmente a dos propósitos.

A) Para fines de proyecto de una obra nueva. El análisis de capacidad o nivel de servicio influye directamente en la determinación de las características geométricas de un camino; estas características dependerán por una parte del volumen horario de proyecto que se considere en el análisis. Las características geométricas elegidas deberán suministrar un volumen de servicio correspondiente al nivel de servicio establecido, por lo menos igual al volumen horario de proyecto.

2.1.3. VELOCIDAD.

La estimación que un conductor hace de la calidad de un camino depende en gran parte de la velocidad a la cual puede operar. La mayor parte de los conductores aceptan velocidades menores en zonas urbanas que en zonas rurales.

Aun cuando las velocidades en los caminos se ven afectadas por elementos, tales como el volumen, la capacidad, el estado de tiempo o por los dispositivos para el control del tránsito en condiciones de bajos volúmenes, donde los conductores pueden circular a la velocidad deseada, las velocidades en general se han incrementado a través del tiempo. Sin embargo, este incremento tiene un límite, ya que conforme aumenta el volumen de tránsito, la velocidad tiende a mantenerse constante dentro de un cierto rango, que es más pequeño en cuanto el camino se aproxima a su capacidad. Por otra parte, es importante señalar que la capacidad que puede suministrar un camino permanece constante con el tiempo. Entonces, para un determinado volumen de tránsito, existe un número de horas en que se alcanza esta capacidad; si el volumen aumenta, el número de estas horas también se incrementa. Bajo estas condiciones, habrá más horas en que los conductores no podrán circular a la velocidad deseada y la velocidad media en el camino tenderá a decrecer.

2.1.4. NIVEL DE SERVICIO.

Nivel de Servicio es un término que denota un número de condiciones de operación diferentes que pueden ocurrir en un carril o camino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito. Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad, la comodidad y los costos de operación.

2.1.5. DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO.

Se denominan dispositivos para el control del tránsito a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Los dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras se clasifican en:

1. Señales:

Preventivas.
Restrictivas.
Informativas.

2. Marcas:

Rayas.
Símbolos.
Letras.

3. Obras y dispositivos diversos:

Cercas.
Defensas.
Indicadores de obstáculos.
Indicadores de alineamiento.
Tachuelas o botones.
Reglas y tubos guía.
Bordos.
Vibradores.
Guardaánchuras.
Indicadores de curva peligrosa.

4. Dispositivos para protección en obra:

Señales preventivas, restrictivas e informativas.
Canalizadores.
Señales manuales.

5. Semáforos:

Vehiculares.
Peatonales.
Especiales.

2.2. ESTUDIO GEOTECNICO.

2.2.1. DATOS DEL SITIO Y DEL PROYECTO.

2.2.1.1. Datos del sitio.

El Distribuidor Vial Zaragoza se localiza al norte de la ciudad de Puebla, frente al Estadio Cuauhtemoc, donde confluyen la Autopista Puebla - Orizaba, la carretera a San Miguel Canoa, el acceso a la ciudad de Puebla por la Calzada Zaragoza y la carretera federal Puebla--Tehuacán.

2.2.1.2. Geología.

Conforme al plano geológico de la región, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la zona en estudio se caracteriza por la presencia de depósitos tobáceos (cenizas volcánicas), propios del valle de Puebla, generalmente cubiertos por depósitos superficiales de suelos aluviales.

2.2.1.3. Características del proyecto.

El distribuidor vial "Zaragoza" se construirá en el entronque de la autopista Puebla - Orizaba con el camino a San Miguel Canoa, que cruzará la autopista por medio de pasos elevados con cuatro puentes. Por la configuración topográfica del sitio, parte de los accesos se construirían a nivel y otros se colocarán sobre terraplenes estructurados para dar los niveles de proyecto.

El pavimento en proyecto será del tipo flexible, con superficie de rodamiento de concreto asfáltico elaborado en planta.

2.2.2. EXPLORACION DEL SUBSUELO.

2.2.2.1. Trabajos de campo.

Consistieron en la exploración y muestreo del subsuelo a partir de 6 pozos a cielo abierto para pavimentos (PP-1 a 6). Gran parte del desarrollo del proyecto vial se realiza sobre una zona de acceso restringido por el cruce de ductos de PEMEX, sin embargo, de las observaciones realizadas durante el recorrido de campo, se considera que la estratigrafía que se describe en el siguiente Inciso es representativa del área.

En los pozos se determinó la estratigrafía del subsuelo y se obtuvieron muestras alteradas representativas y muestras cúbicas inalteradas en molde Proctor, para su ensayo posterior en el laboratorio.

Hasta la profundidad explorada, no se detectó nivel de aguas freáticas. De estudio previos en la zona, se sabe que se localiza a profundidades mayores de 10 m, y durante la época de lluvias no se han observado escurrimientos superficiales.

Además, se realizó la investigación geotécnica de cuatro bancos comerciales de préstamo de materiales para la conformación de las capas constitutivas del pavimento. En los materiales muestreados se realizaron pruebas de calidad conforme a las normas de la SCT.

2.2.2.2. Ensayos de laboratorio.

Todas las muestras se clasificaron manual y visualmente conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), obteniendo a la vez su contenido natural

de agua. Además, en suelos representativos se determinaron sus propiedades índice por medio de sus límites de consistencia, así como su composición granulométrica. También se efectuaron pruebas de compactación y determinaciones del Valor Relativo de Soporte estándar en muestras inalteradas seleccionadas, y modificado en muestras recompactadas, así como el análisis de la calidad de los materiales de los bancos, todo esto conforme a las Normas de Construcción de la SCT.

2.2.3. ESTATIGRAFIA Y PROPIEDADES GEOTECNICAS.

Los perfiles estratigráficos y de propiedades del suelo en los pozos presentan en base a las condiciones descritas y al recorrido de campo, la descripción e interpretación geotécnica del sitio es la siguiente:

En todos los pozos se exploraron superficialmente una capa de tierra vegetal y rellenos heterogéneos aparentemente producto de desperdicios de la construcción de la autopista o de las vialidades cercanas; están formados por arenas, limos y arcillas en estado suelto, contaminados con material producto de demoliciones y basura. El espesor de este estrato es variable entre 0.20 m en el PCA-1, hasta 1m en el área del PCA-3.

Subyacen, hasta la máxima profundidad explorada, depósitos de origen tobáceo formados por arenas arcillosas y limosas (SC y SM) y arcillas arenosas de baja plasticidad (CL). Estos suelos son de color café, su contenido natural de agua varía de 10 a 22% y su contenido de partículas finas es de 20 a 70%. La fracción fina son arcillas de baja plasticidad con límite líquido de 20 a 40% e índice de contracción lineal de 4 a 7.6%. Son suelos de consistencia media a dura, conteniendo algunas gravillas aisladas y grumos del mismo material. Su Valor Relativo de Soporte Estándar en estado natural reporta en el laboratorio valores de 8 a 12% para un contenido natural de agua de 10 a 21%, y un VRS modificado de 16 a 22% para una compactación el 95%. Por sus características estos suelos pueden ser utilizados como capa subrasante, previa recompactación como más adelante se menciona.

Por sus características, el material producto de excavaciones de la formación de suelos tobáceos puede ser aprovechable para la conformación de rellenos estructurales, previa verificación por el laboratorio de control de calidad de la obra. En todos los casos, para fines de presupuesto, los materiales de corte se clasificaran como 0-100-0, según los criterios de la SCT.

2.2.4. BANCOS DE PRESTAMO.

El estudio geotécnico incluyó la investigación geotécnica de cuatro bancos comerciales de préstamo de materiales cercanos a la obra, denominados "Tres Generaciones", "La Herradura", "El Ocote" y "Azumiatla", con el fin de obtener materiales granulares para capas de base, sub-base y cementante para el cuerpo del terraplén, que cumplan con las normas de calidad de la SCT. Un resumen de estos bancos y su uso se presenta en los Cuadros 2.1 y 2.2.

Cuadro 2.1

Bancos de préstamo para cuerpo de terraplén y subrasante.

BANCO	USO
Azumiatla	Cuerpo de terraplén.
Tres Generaciones	Cuerpo de terraplén y capa subrasante.
La Herradura II	Cuerpo de terraplén y capa subrasante.
El Ocote	Cuerpo de terraplén y capa subrasante

Cuadro 2.2

Bancos de préstamo para base y sub-base.

BANCO	USO	TRATAMIENTO
Uriarte (El Ocote)	Sub-base	Agregar 2% en volumen de arena para cumplir con el equivalente Arena
La Herradura II (San Pablo)	Base	Material Adecuado
Triturados Basálticos de Tlaxcala (Azumiatla)	Base	Material Adecuado

2.2.6. DISEÑO DE PAVIMENTOS.

Como se menciona en el Inciso 2.2.1, se construirá un pavimento del tipo flexible, en base a una carpeta de concreto asfáltico fabricado en planta, cuyo diseño se desarrolla conforme a lo siguiente:

2.2.6.1. Tratamiento de la capa subrasante.

En todos los casos, deberá realizarse el retiro de los rellenos, heterogéneos superficiales, cuyo espesor como ya se mencionó, puede variar de 0.20 a más de 1m. Se tendrán como material de desplante de los terraplenes los suelos tobáceos, arenas arcillosas y arcillas arenosas de buena calidad. En todos los casos, para dar niveles de subrasante será necesario construir terraplenes como se describe a continuación: si tiene un espesor menor de 0.40m, la cama de los cortes se mejorará mediante escarificación en un espesor de 0.15m, homogeneización mediante bandeado y compactación al 95% de su PVSM conforme a la prueba AASHO estándar; si el terraplén es de mayor espesor esta compactación será al 90%, excepto los últimos 40 cm del terraplén que se compactaran al 95%, para obtener una superficie subrasante con un VRS de 15%.

Los terraplenes necesarios para alcanzar el nivel de subrasante deberán construirse con material de buena calidad importado de los bancos reportados en la Tabla 2 del Inciso 2.2.4, o bien suelos tobáceos producto de cortes, en capas de 0.20m de espesor, compactadas al 90%, excepto los últimos 0.40m donde se compactaran al 95%. En todo caso, deberá garantizarse una superficie de subrasante con VRS mínimo de 15%.

Sobre la subrasante así terminada, se colocarán las capas constitutivas del pavimento de sub-base, base y carpeta, como más adelante se describe.

2.2.6.2. Datos para diseño.

Dado que el proyecto incluye una rectificación del trazo actual de la autopista, será necesario construir nuevos pavimentos tanto para la autopista como para las vialidades que entroncan. El diseño estructural de las capas constitutivas del pavimento se realizó en base a los siguientes datos:

2.2.6.2.1 Análisis del tránsito.

Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) estimado en 3,150 vehículos sobre los caminos de acceso a la autopista, y de 5,000 vehículos sobre la autopista.

Vida útil del pavimento de 10 años.

Tasa de crecimiento anual del 3 %.

Vialidad tipo A conforme al TDPA de proyecto.

2.2.6 2.2. Características estructurales de los pavimentos.

Considerando la disponibilidad de material es con características apropiadas, así como el tipo de vialidad en estudio, el pavimento deberá estructurarse con capas de subrasante, sub-base y base de los bancos mencionados en el Inciso 2.2.4, o aquellos que cumplan con las características de calidad recomendados por la SCT.

2.2.6.3. Criterio de diseño.

Para diseño se aplicó el criterio teórico experimental del Instituto de Ingeniería de la UNAM. El tránsito equivalente se obtuvo a partir de los coeficientes de daño para las cargas máximas de una vialidad tipo B. Se eligió un nivel de confianza $Q_u=0.9$, por tratarse de una vialidad principal donde se espera un mantenimiento apropiado.

2.2.6.4. Estructuración del pavimento.

Considerando la disponibilidad de materiales en la región con calidad apropiada, así como el tipo de camino en estudio, los pavimentos deberán estructurarse con capas de sub-base y base granular y carpeta de concreto asfáltico.

La estructura del pavimento para el área de diseño se resume en los siguientes Cuadros 2.3 y 2.4 para la autopista y para las vialidades que entroncan.

Cuadro 2.3

Estructuras de pavimento sobre la autopista.

Capa	Espesor (m)	Tratamiento
Subrasante en terraplén	0.40	Conformación de terraplén en capas de 0.20 m de espesor con material importado de banco, compactado al 90% de su PVSM Proctor estándar. Los últimos 0.40 m, colocación de material de buena calidad importado de banco en capas de 20 cm compactadas al 95% de su PVSM Proctor estándar. (VRS=15%)
Sub-base	0.15	Mezcla que cumpla con las recomendaciones de la SCT, compactada al 95% de su PVSM. (VRS mín. =75%)
Base	0.18	Mezcla que cumpla con las recomendaciones de la SCT, compactada al 100% de su PVSM. (VRS mín. =100%)
Carpeta de concreto asfáltico fabricada en planta	0.10	Compactación al 95% Marshall.

Cuadro 2.4

Estructuras de pavimento sobre las vialidades que entroncan.

Capa	Espesor (m)	Tratamiento
Subrasante en terraplén	0.20	Conformación de terraplén en capas de 0.20 m de espesor con material importado de banco, compactado al 90% de su PVSM Proctor estándar. Los últimos 0.40 m, colocación de material de buena calidad importado de banco en capas de 20 cm compactadas al 95% de su PVSM Proctor estándar. (VRS=15%)
Sub-base	0.14	Mezcla que cumpla con las recomendaciones de la SCT, compactada al 95% de su PVSM. (VRS mín. =75%)
Base	0.18	Mezcla que cumpla con las recomendaciones de la SCT, compactada al 100% de su PVSM. (VRS mín. =100%)
Carpeta de concreto asfáltico fabricada en planta	0.08	Compactación al 95% Marshall.

2.3 ESTUDIO DE TOPOGRAFIA

2.3.1. SISTEMAS DE COORDENADAS

Con objeto de localizar puntos sobre cualquier superficie, es necesario tener conceptos y definiciones de direcciones y distancias. Probablemente los primeros hombres desarrollaron estos conceptos con respecto a la dirección de la salida y puesta del Sol y el tiempo que se requería para viajar. Las localizaciones espaciales son relativas y deben, por lo tanto, establecerse con referencia a un punto origen. Si un punto de este tipo se localiza, entonces la localización de cualquier otro punto sobre la superficie puede efectuarse en términos de una dirección definida y distancia al origen.

Sobre una superficie plana ilimitada o sobre una esfera sin movimiento, no hay ningún punto de referencia natural, esto es, cualquier punto es lo mismo para que pueda servir de origen. En matemáticas un sistema de localización arbitrario sobre una superficie plana se desarrolla estableciendo un punto origen en la intersección de dos ejes perpendiculares convenientemente localizados. El plano queda entonces dividido en una cuadrícula rectangular al añadirle líneas paralelas a los dos ejes, que estén igualmente espaciadas. La posición de cualquier punto, sobre el plano, con referencia al origen, puede fácilmente establecerse, indicando la distancia del mismo a cada uno de los ejes.

En el sistema cartesiano, por ejemplo, a la distancia horizontal se le llama el valor X o la abscisa y a la distancia perpendicular a ella se le llama valor Y u ordenada. Con objeto de designar posiciones relativas sobre la Tierra, se usa un sistema semejante, pero mucho más antiguo, con la diferencia que la superficie de la Tierra es curva y el uso de líneas paralelas rectas es imposible. No obstante, los dos sistemas de coordenadas tienen mucho en común. En el sistema de coordenadas esféricas terrestres las líneas de la cuadrícula son perpendiculares entre sí; pero solo unas de ellas son paralelas entre sí. Sobre la Tierra, no obstante, la naturaleza ha establecido dos puntos naturales que pueden servir favorablemente como puntos de referencia y estos son los polos o puntos donde el eje de rotación interseca la superficie esférica.

En el sistema de coordenadas terrestres las distancias que corresponden a los valores Y del sistema cartesiano se les llama latitud y a los valores X longitud. El arreglo de estos dos conjuntos de líneas coordenadas establece las direcciones cardinales. Además, sobre la superficie de la esfera se pueden medir, convenientemente, distancias en grados de arco.

2.3.1.1 PROYECCION DE MERCATOR.

La meta de esta proyección consiste en hacer que toda línea de rumbo constante o línea loxodrómica, que sobre la esfera o esferoide es una curva complicada (excepto - meridianos, ecuador y paralelos), quede representada por una recta sobre la carta.

Como medio para su representación, Mercator eligió la proyección de la esfera sobre una superficie cilíndrica circunscrita a aquella y tangente al ecuador. En este sistema, que ya existía desde el tiempo de Ptolomeo o quizás antes, los paralelos se proyectan según secciones rectas de la superficie cilíndrica y los meridianos según generatrices; de este modo al desarrollar esta superficie sobre el plano, los paralelos y meridianos quedan representados por líneas rectas perpendiculares. Otra característica de la proyección cilíndrica usada en esos días consistía en espaciar los meridianos de -- acuerdo con la verdadera distancia ecuatorial entre - ellos y los paralelos de acuerdo con su verdadera distancia meridiana; esto producía una proyección de cuadros, pues la Tierra era considerada como una esfera, actualmente este dispositivo se le conoce como la proyección cilíndrica simple convencional, que en cierto modo corresponde con la cónica simple convencional que se ha estudiado. Naturalmente que en este sistema ortogonal plano, las líneas loxodrómicas quedaban representadas por rectas, pero su exactitud no respondía a las necesidades de la navegación, porque los meridianos, rectas paralelas entre sí sobre la carta, en realidad eran líneas convergentes.

Fue justamente el mérito de Mercator el descubrir que todos los paralelos en la carta tenían igual dimensión, mientras que sobre la superficie terrestre iban disminuyendo con el coseno de la latitud. Por otro lado los meridianos conservan su verdadera magnitud en la carta.

Entonces su genial idea consistió en hacer que el espaciamiento entre paralelos fuese afectado del mismo error que lo era la magnitud de los mismos, es decir, que meridianos y paralelos tuviesen igual incremento o en otras palabras igual factor de escala, el cual es creciente a medida que uno se aleja del ecuador.

2.3.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (G.P.S.).

La fusión de la fotografía y la aviación, que se inició durante la Primera Guerra Mundial, aceleró la cartografía y le dio a los cartógrafos acceso a terrenos que hasta los topógrafos más intrépidos habían encontrado impenetrables. Ahora, variaciones de los satélites espaciales creados para reconocimiento militar permiten a los cartógrafos obtener en horas más mediciones e imágenes que las que habrían logrado en semanas o años, o nunca.

Los topógrafos de la actualidad rara vez salen a trabajar sin instrumentos electrónicos, que los enlazan en todo momento con cuatro o cinco satélites de navegación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Sus receptores portátiles de GPS son la más conocida de las nuevas tecnologías de mapeo. Desarrollado y operado todavía

por el Departamento de Defensa estadounidense, el sistema de satélite, que fija objetivos de misiles y rastrea tropas y embarcaciones con un margen de metros, cada vez es más usado por los topógrafos; incluso excursionistas, marineros y exploradores ordinarios pueden enlazarse para obtener datos que les indiquen dónde se encuentran. Existen versiones civiles simplificadas de estos receptores con un costo de unos cuantos cientos de dólares. También forman parte de las pantallas de mapas electrónicos incluidas en algunos automóviles rentados.

Para el trazo de la poligonal de apoyo del distribuidor "Zaragoza" se utilizó la referencia de trazo obtenida a partir de los vértices de GPS mostrados en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5

Cuadro de referencia de trazo G.P.S.

VERTICE	COORD. MERCATOR		COORD. GEOGRAFICAS		CONVERGENCIA DE MERIDIANO	FACTOR DE ESCALA	COORD TOPOGRAFICAS		
	N	E	LATITUD	LONGITUD			Y	X	Z
V087	2109750.602	588228.395	19.044756102	98.094089518	0.1626967261	0.99969623	2109725.585	588259.568	2233.963
V088	2109830.717	588154.643	19.045017895	98.094340561	0.1626182661	0.99969606	2109725.585	588259.568	2233.963
V089	2110043.436	587995.301	19.045712422	98.094882301	0.1624507205	0.99969572	2110019.793	588027.657	2230.559
V090	2110131.943	587825.273	19.050003005	98.095462843	0.1622649542	0.99969535	2110109.220	587857.888	2227.888
V091	2110043.879	587810.045	19.045719834	98.100200528	0.1620197720	0.99969488	2110022.191	587642.033	2223.782
V092	2103996.028	587412.178	19.045567212	98.100678347	0.1617960377	0.99969445	2109975.308	587443.747	2219.548

2.3.3 FOTOGRAMETRIA.

Para el diseño y localización finales, es necesario contar con la fotogrametría. El alineamiento preliminar se utiliza como guía para establecer la faja que se levantara. Debido al incremento en el uso de computadoras electrónicas, cada vez es más frecuente el uso de los sistemas de coordenadas para realizar el diseño de carreteras y calcular las direcciones y distancias. Por lo tanto, en la actualidad, antes de tomar fotografías aéreas con vuelos bajos, se establece una línea base sobre el papel, y en el terreno se colocan mojoneras. Las fotografías aéreas de vuelo bajo se tornan con marcas sobre el terreno, referidas a la línea base. Con frecuencia, las distancias entre las mojoneras de la línea base se determinan con dispositivos electrónicos de medición tales como el Electrotape o el Geodímetro, los cuales tienen un grado de precisión excelente en grandes distancias. Dichos dispositivos proporcionan las distancias midiendo con precisión el tiempo necesario por las ondas electromagnéticas para viajar la distancia que se requiere conocer. Por ejemplo, el Electrotape está formado por dos unidades idénticas, cada una con capacidad para transmitir y recibir señales de microondas. El Geodímetro emplea un rayo modulado de luz, que se transmite a un reflector pasivo, el cual refleja los pulsos de luz y los regresa al instrumento. En el levantamiento para la localización final, se pueden utilizar las líneas bases que van entre las mojoneras cuyas coordenadas son calculables, para localizar el alineamiento en el campo.

El levantamiento preliminar tomado a un nivel más bajo puede dar virtualmente información completa sobre:

1. Topografía, con respecto a los cambios en las características en elevación y drenaje, así como la información concerniente a las condiciones del suelo en la zona.
2. Uso del suelo, designando tipo, intensidad y calidad.
3. Instalaciones de transporte, con respecto a la proximidad y efecto de la ubicación propuesta.
4. El efecto de la ubicación propuesta sobre las propiedades dentro de la zona.

No obstante, para propósitos de diseño, el levantamiento preliminar proporcionara mapas topográficos básicos e información concerniente a las propiedades e información adicional lo que le permitirá al ingeniero proseguir con el diseño del alineamiento final.

2.3.4. CONFIGURACION.

Para la obtención de la configuración topográfica del distribuidor "Ignacio Zaragoza", se utilizaron los sistemas y métodos a los que se hizo referencia en los incisos anteriores, dando como resultado la configuración mostrada en la figura 2.3.



Figura 2.3 CONFIGURACION

2.4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Las medidas de prevención y mitigación corresponden a la parte medular de una Manifestación de Impacto Ambiental, dado que es aquí donde los conocimientos y la evaluación del análisis de sitio se conjugan a través de la planeación para realmente disminuir los efectos negativos del proyecto sobre el medio natural. Los proyectos por su ubicación estratégica deberán contribuir a la seguridad vial y facilitar la orientación del tránsito vehicular. Los puentes vehiculares y peatonales deben ser además una aportación estética al paisaje, mejorando la calidad visual de la zona.

En las diversas fases de desarrollo de los proyectos se llevarán a cabo una serie de medidas para proteger al medio natural. Se distinguen las medidas de prevención y/o minimización que eviten el impacto y aquellas de mitigación que compensen el impacto negativo que causa el proyecto.

De acuerdo con lo anterior se llevo a cabo la Manifestación de Impacto Ambiental, de donde se puede mencionar que la afectación al ambiente en el predio destinado al proyecto, será mínima ya que se restituirán las especies arbóreas que se afecten y se incrementarán el número de especies tanto arbóreas como de ornato, debido al tamaño del área y a sus características, la fauna que habita en ella es poca, por lo que no se afectara de manera drástica a esta. Lo que sí se debe hacer para que el impacto que ocasionara la obra se vea reducido, es vigilar y controlar que se lleven a cabo las medidas de mitigación que se proponen.

En los siguientes párrafos se hará mención a los requerimientos básicos utilizados para la realización de la Manifestación de Impacto Ambiental del Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza.

2.4.1. Descripción General de la Manifestación de Impacto Ambiental del Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza.

Construcción del Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza que se ubica en el Km 114+000 al 136+000 de la Autopista México-Puebla-Orizaba. La función del distribuidor Ignacio Zaragoza será la de eliminar puntos conflictivos existentes entre el tráfico del área urbana y la zona industrial así como distinguir el transporte regional con el de tipo local.

2.4.2. Objetivo del proyecto.

El proyecto tiene como propósito la modernización de la Autopista México Puebla - Orizaba en su tramo urbano, para articularse como una vialidad urbana de acceso controlado. A través de la construcción de los Distribuidores 1 y 9, localizados el primero en el extremo poniente de la Planta Volkswagen y el segundo en el extremo oriente en la salida a Orizaba. A demás de considerar los carriles laterales de baja velocidad y la construcción del Distribuidor Vial Santa Ana Chiautempan a la altura de

la Central de abastos y del Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza a la altura de la zona industrial la Resurrección y el Estadio Cuauhtemoc.

2.4.3. Justificación del proyecto.

El Distribuidor Vial se desarrolla como parte de las acciones de descentralización de las actividades de la administración pública, comprendidas en el Plan de Desarrollo Estatal 1993-1999, así como del Programa de Desarrollo Regional Angelópolis, Programa Parcial de Impacto Urbano Terminal de Almacenamiento y Distribución de PEMEX. También coadyudará con las políticas del H. Ayuntamiento de Puebla para hacer operativo el Programa Parcial de Mejoramiento Urbano de la zona Nororiente de la Ciudad de Puebla.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, el tramo urbano no funciona como Autopista ni como carretera urbana, debido principalmente a la mezcla de tránsito tanto regional como urbano lo que ha incrementado el número de accidentes. Por otra parte el crecimiento acelerado del sector norte y nororiente de la Ciudad de Puebla en cuanto a asentamientos humanos, hace apremiante la modernización de la Autopista Mexico-Puebla-Orizaba; además de lo anterior es indispensable la comunicación entre las áreas norte y sur de la Autopista debido a la consolidación de las zonas industriales así como de las habitacionales y el intercambio de bienes y servicios que es indispensable desarrollar para dichas áreas. Resguardando la zona de canchas deportivas, estadios de fútbol y béisbol así como de áreas recreativas a que asiste el conjunto de la población.

2.4.4. Programa general del trabajo

Etapa Unica de Construcción Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza: el Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza comprende una única etapa de construcción de 9 meses.

2.4.5. Proyectos asociados.

Los Programas que guardan relación estrecha con la construcción de Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza, corresponden al Programa de reforestación del área de estudio, considerando las especies existentes como son: eucaliptos, (*Eucalyptus*), Pirules (*Schinus molle*), Alamo plateado (*Populus alba*) y Dólar silver (*Eucalyptus cinerea*) que dan un total aproximado de 650 con una densidad promedio de 63 arboles/Ha; estimándose el derribo de 150 arboles aproximadamente por lo que el proyecto de Arquitectura de Paisaje deberá prever la reforestación de por lo menos 604 arboles de las especies Ahuejote (*Salix bonplandiana*), Alamillo (*Populus tremuloides*), Alamo Plateado (*Populus alba*), Colorín (*Erythrina americana*), Fresno (*Fraxinus udhei*), Liquidambar (*Liquidambar orientalis*), Sauce (*Salix sp.*) y Dólar Silver (*Eucalyptus cinerea*) más la introducción de 1,975 arbustos y 12,651 m² de cubresuelo, para dar cumplimiento a la ley forestal que señala que por cada árbol derribado se tendrán que plantar 5, y en su caso aquellos arboles que lo ameriten deberán replantarse en el sitio.

Mención especial merecen los trabajos de mantenimiento y derechos de vía correspondientes al paso de la galería filtrante del sistema San Aparicio a cargo del SOAPAP, así como también del paso de las líneas de ductos de PEMEX, con quienes se deberá coordinar debidamente los trabajos de terracerías y previamente disponer de las autorizaciones correspondientes.

2.4.6. Políticas de crecimiento

Se considera que el proyecto no contempla futuros crecimientos, además de que deberá observar las restricciones del uso del suelo del Programa Parcial de Impacto Urbano Terminal de Almacenamiento y Distribución de PEMEX y el Programa Parcial de Mejoramiento Urbano de la Zona Nororiente de la Ciudad de Puebla.

CAPITULO 3

3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.

Para el diseño de los elementos que integran el Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza, se utilizo el Software "AutoCIVIL", desarrollado por Research Engineers. Dicho Software corre bajo la plataforma de AutoCad y representa una valiosa herramienta para el diseño de carreteras, en el presente capítulo se definirán y describirán estos elementos, así mismo se indicará el proceso que se siguió para dar forma al diseño geométrico del distribuidor vial.

Los conceptos mencionados a continuación se fundamentarán de acuerdo a lo especificado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes en su Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras; la manipulación del diseño por computadora se basará en que el Software antes mencionado esta vinculado estrechamente con una plataforma de CAD (Diseño Asistido por Computadora), por lo que los reportes y gráficos ilustrados son el resultado de la ejecución del mismo.

3.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

3.1.1. DEFINICIÓN

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino.

3.1.2. ELEMENTOS QUE LO INTEGRAN.

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

3.1.2.1. Tangentes.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por Δ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto sobre tangente y se le representa por PST.

3.1.2.2. Curvas circulares.

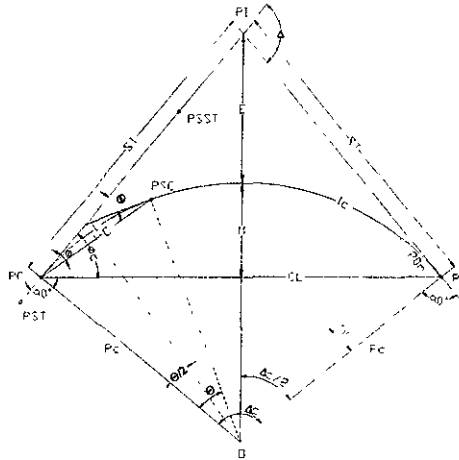
Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

A) Curvas circulares simples. Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, esta se denomina curva simple. En el sentido del cadenamamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la figura 3.1.

B) Curvas circulares compuestas. Son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, compuestas inversas.

Figura 3.1.
Elementos de una curva circular simple.



- PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.
- PC Punto en donde comienza la curva circular.
- PT Punto en donde termina la curva circular.
- PST Punto sobre tangente.
- PSST Punto sobre subtangente.
- PSC Punto sobre la curva circular.
- O Centro de la curva circular.
- Δ Angulo de deflexión de las tangentes.
- Δ_c Angulo central de la curva circular.
- Θ Angulo de deflexión a un PSC.
- Φ Angulo de una cuerda cualquiera.
- Φ_c Angulo de la cuerda larga.
- G_c Grado de curvatura de la curva circular.
- R_c Radio de la curvatura circular.
- ST Subtangente.
- E Externa.
- M Ordenada media.
- C Cuerda.
- CL Cuerda larga.
- l Longitud de un arco.
- lc Longitud de la curva circular.

3.1.2.3. Curvas de transición.

Cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Para lograr este cambio gradual se usan las curvas de transición.

Se definirá aquí como curva de transición a la que liga una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal que en su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular.

3.1.3. DISEÑO (ejemplo de aplicación del Software).

Con la utilización de la topografía procesada, se realizó el diseño de los ejes de cada una de las ramas que componen el distribuidor vial. Para definir el eje de una rama, el programa requirió ser alimentado con los siguientes datos (para ejemplificar se utilizará el diseño de la rama 10):

Nombre del alineamiento:	Rama10
Coordenadas del primer PI:	2109935.4710,587660.0337
Cadenamiento de la primera estación:	0.00
Ancho del hombro izquierdo:	-20.00
Ancho del hombro derecho:	20.00
Incremento de cadenamiento:	20.00

Como complemento de los datos anteriores se introdujeron en el programa las coordenadas de los subsecuentes PI'S hasta llegar al cadenamiento final del alineamiento.

El Auto Civil representó gráficamente el alineamiento horizontal como se muestra en la figura 3.2.

3.1.4. TRAZO.

De acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior el programa realizó el cálculo de todos los elementos que integran el alineamiento horizontal, proporcionando el siguiente reporte:

RAMA 10

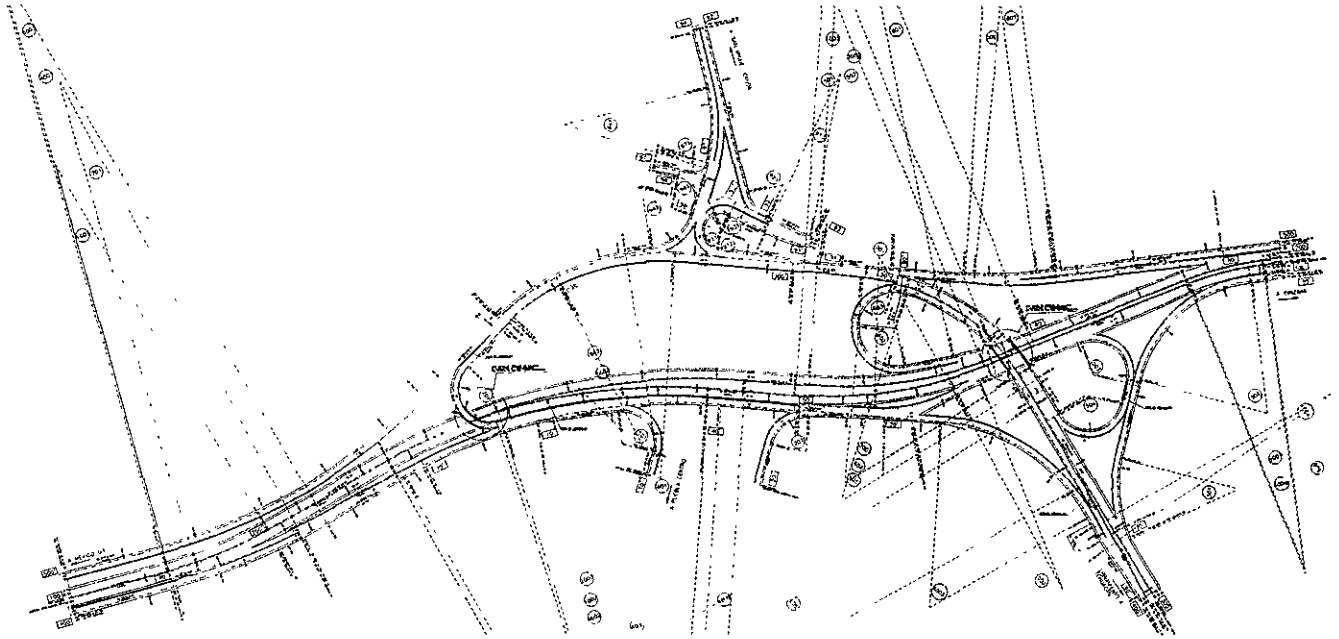
CAD		N	E
10+000.00	PI	2109935.4710	587660.0337
	Az E	106-54-08.5	
	Az S	106-54-08.5	
	Delta	00-00-00.0	

CAD		N	E
10+176.87	PI	2109884.0470	587829.2650
	Az E	106-54-08.5	
	Az S	220-20-14.1	
	Delta	113-26-05.6	
	Radio	45.00	
	Subtangente	68.55	
	G	25-27-53.2	
	Externa	37.00	
	L. Curva	89.09	

10+108.32	PC	2109903.9777	587763.6749
10+197.41	PT	2109831.7938	587784.8927
10+152.87	PMC	2109873.6121	587793.7650
	CC	2109860.9217	587750.5915

CAD		N	E
10+227.67	PI	2109808.7270	587765.3048
	Az E	220-20-14.1	
	Az S	220-20-14.1	
	Delta	00-00-00.0	

Figura 3.2
Distribuidor Vial Ignacio Zaragoza, Planta Geométrica.



3.2. ALINEAMIENTO VERTICAL.

3.2.1. DEFINICIÓN.

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante.

3.2.2. ELEMENTOS QUE LO INTEGRAN.

El alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas.

3.2.2.1. Tangentes.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, se representa como T_v . La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV.

3.2.2.2. Curvas verticales

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de esta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

3.2.3. DISEÑO (ejemplo de aplicación del Software).

Para el diseño del alineamiento vertical se introdujeron al programa la siguiente serie de datos básicos:

Nombre del alineamiento:	Rama 10
Elevación mínima:	2210
Elevación máxima:	2235
Cadenamiento del siguiente PIV:	160
Elevación siguiente PIV:	2223.88
Longitud de curva vertical:	40

Con estos datos se efectuó el cálculo de los elementos que definen el alineamiento y el programa los representó gráficamente como se muestra en la figura 3.3.

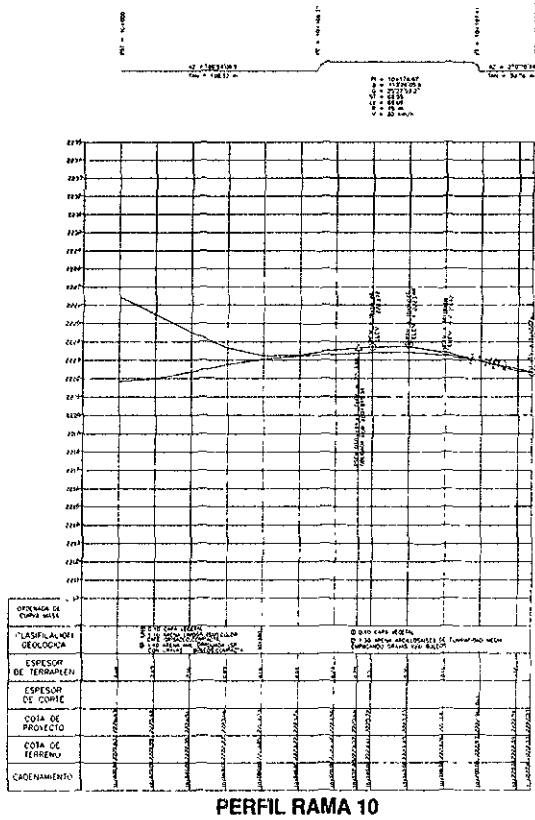
3.2.4. TRAZO.

Para facilitar el trazo de las curvas verticales en obra, el programa proporcionó el reporte mostrado a continuación:

RAMA 10

CADENAMIENTO	N	E	E. TERRENO	E. RASANTE
10+000.00	2109935.4710	587660.0337	2221.83	2226.43
10+020.00	2109929.6562	587679.1697	2221.99	2225.48
10+040.00	2109923.8414	587698.3058	2222.35	2224.51
10+060.00	2109918.0265	587717.4418	2222.77	2223.66
10+080.00	2109912.2117	587736.5778	2223.05	2223.23
10+100.00	2109906.3969	587755.7139	2223.22	2223.26
10+120.00	2109899.1779	587774.2866	2223.32	2223.56
10+132.43	2109891.2655	587783.8218	2223.37	2223.66
10+140.00	2109885.2734	587788.4332	2223.41	2223.72
10+160.00	2109866.6374	587795.2271	2223.43	2223.73
10+180.00	2109846.8908	587793.3482	2223.26	2223.42
10+200.00	2109829.8211	587783.2175	2222.97	2222.96
10+220.00	2109814.5762	587770.2718	2222.39	2222.51
10+227.67	2109808.7297	587765.3071	2222.33	2222.33

Figura 3.3.
Perfil de rasante, rama 10.



3.3 SECCION TRANSVERSAL.

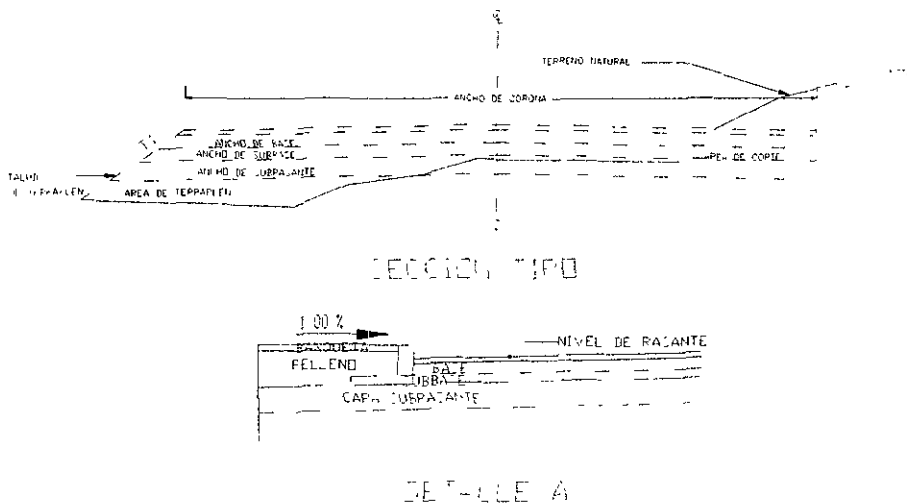
3.3.1. DEFINICIÓN

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de este es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

3.3.2. ELEMENTOS QUE LO INTEGRAN.

Los elementos que integran y definen la sección transversal son: la corona, la subcorona, las cunetas y contracunetas, los taludes y las partes complementarias. En la Figura 3.4 se muestra una sección transversal típica de un camino en una tangente del alineamiento horizontal.

Figura 3.4.
Elementos que integran una sección transversal.



3.3.3. DISEÑO (ejemplo de aplicación del Software).

En el diseño de las secciones transversales se proporciona al programa la siguiente lista de datos:

La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción, operación y conservación del camino una vez abierto al tránsito. Para el proyecto de la subrasante económica hay que tomar en cuenta que:

La subrasante debe cumplir con las Especificaciones de Proyecto Geométrico previamente definidas.

En general el alineamiento horizontal es definitivo, ya que todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de anteproyecto. Sin embargo habrá casos en que se requiera modificarlo localmente.

El diseño de la subrasante debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel, además su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

3.4.2. BANCOS DE MATERIALES.

En general los materiales para formar terracerías se obtienen mediante tres procedimientos distintos. El primer procedimiento es el obtenido de la excavación de un corte para formar un terraplén vecino; el segundo procedimiento para la obtención de materiales para la construcción es el llamado préstamo lateral, en el que se extrae el material necesario de excavaciones paralelas al eje de la vía y adosadas a ésta, generalmente ubicadas dentro del derecho de vía, el tercer procedimiento para obtener materiales de construcción en las vías terrestres es la localización de un depósito o formación natural, constituido por un material de características apropiadas, el cual se explota en forma masiva, para acarrearlo y extenderlo en la vía.

En capítulo dos se mencionó los posibles bancos de materiales a utilizar para la construcción de la terracerías y pavimentos del distribuidor vial Ignacio Zaragoza, de estos bancos se selecciono el llamado Tres Generaciones y del cual se presenta en el cuadro 3.1 su clasificación y datos generales.

3.4.3. CALCULO DE VOLUMENES Y MOVIMIENTO DE TERRACERÍAS.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones transversales para las diferentes capas que integran a dichas secciones y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama de curva masa.

Para el cálculo de los volúmenes y ordenadas de curva masa se utilizó una hoja de cálculo como la mostrada en el cuadro 3.2; la representación gráfica de los diagramas de curva masa se muestra en la figura 3.6.

Cuadro 3.1.
Banco de materiales de préstamo, Tres Generaciones

ESTRATO		PERFIL	CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA (%)			CALSIFICACION PRESUPUESTO		
No.	Esp. (m)				90	95	100	A	B	C
1	Más de 3m		Arcilla arenosa de baja plasticidad color café.	Disgregado compactación	1.02	0.97	0.92	20	80	0

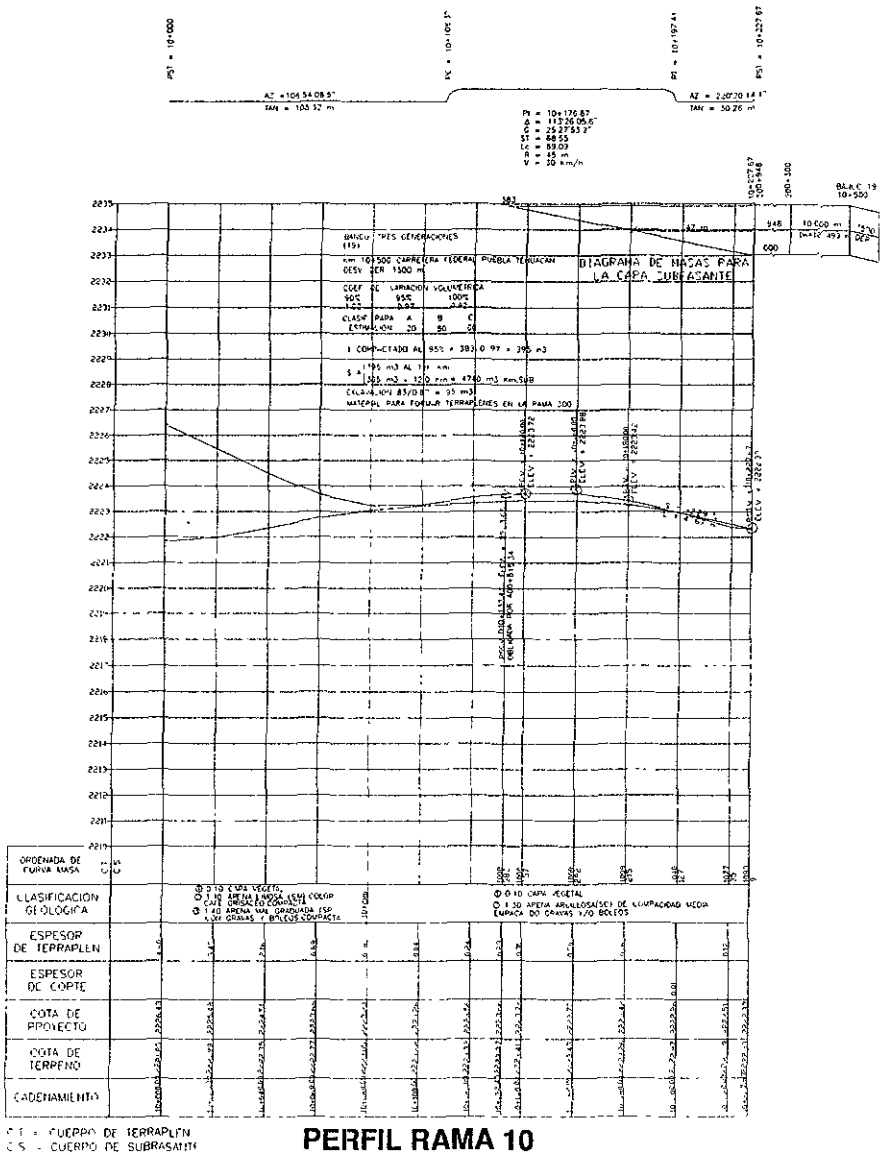
DATOS GENERALES DEL BANCO:	
DENOMINACION:	3 GENERACIONES.
UBICACION:	Carretera Fed. Puebla-Tehuacán km. 10.5, desviación derecha a 1500 m.
Chacapa, Pue.	
CAP. DEL BANCO:	600000 m3.
VOL. DE MAT. APROV.:	150,0000 m3.
EMPLEO:	Terracerías y capa subrasante.
TRATAMIENTO:	Disgregación y compactación.
TAM. MAX. DE PART.:	4.76 mm.
OBSERVACIONES:	Actualmente presenta frente. abierto de exploración.

Cuadro 3.2.
Distribuidor Ignacio Zaragoza, Cuantificación de Volúmenes
Rama 10

CAD	Ac (m2)	At (m2)	Ad (m2)	Amd (m2)	Vc (m3)	Vt (m3)	Vd (m3)	Vmd (m3)	C	Vc.A.6R. (m3)	Vc. A. (m3)	Vt. A. (m3)	O.C.M. (m3)
132.42	0.06	0.00	2.22	0.00	0	0	0	0	0.87	0	0	0	0
140.00	0.00	0.00	2.19	0.00	0	0	17	0	0.87	0	0	0	0
160.00	0.00	0.00	2.18	0.00	0	0	44	0	0.87	0	0	0	0
180.00	0.96	0.00	2.12	0.00	10	0	43	0	0.87	9	9	0	10
200.00	2.64	0.00	2.34	0.00	36	0	45	0	0.87	31	40	0	46
220.00	1.69	0.00	2.34	0.00	43	0	47	0	0.87	37	43	77	89
227.67	3.09	0.00	2.35	0.00	18	0	18	0	0.87	16	93	0	107
				TOTAL	107	0	213	0		93			

CAD	Asr (m2)	Vsr (m3)	Vsr. A. (m3)	O.C.M.F. (m3)
132.42	3.73	0	0	383
140.00	3.03	26	26	357
160.00	3.47	65	91	292
180.00	4.24	77	168	215
200.00	4.60	88	256	127
220.00	4.60	92	348	35
227.67	4.60	35	383	0
	TOTAL	383		

Figura 3.6.
Perfil de rasante y curva masa, rama 10.



CAPITULO 4

4. OBRAS HIDRAULICAS.

En el desarrollo de este capítulo se presentarán los métodos utilizados para el desarrollo del proyecto de drenaje pluvial del distribuidor vial Ignacio Zaragoza, el cual permite determinar el dimensionamiento de las obras hidráulicas para desalojar las aportaciones pluviales en vías terrestres.

4.1. CLASIFICACION DEL DRENAJE.

El drenaje artificial se clasifica en superficial y subterráneo, a su vez el drenaje superficial se clasifica según la posición que las obras guardan con respecto al eje del camino, en paralelo y transversal.

El drenaje longitudinal es aquel que tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él, de tal manera que no causen desperfectos; quedan comprendidos en este tipo las cunetas, contracunetas, bordillos

y canales de encauzamiento. Se llaman de drenaje longitudinal porque están situadas en forma paralela al eje del camino.

El drenaje transversal es el que tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien, retirar lo más pronto posible el agua de su corona; quedan comprendidos en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, lavaderos, vados, sifones invertidos, puentes y el bombeo de la corona.

De acuerdo a la dimensión del claro de las obras de drenaje transversal, se ha convenido dividir a este en mayor o menor. El drenaje mayor es aquel que requiere obras con claro mayor a 6 m. A las obras de drenaje mayor se les denomina puentes y a las de drenaje menor alcantarillas.

4.2 ANALISIS HIDRAULICO.

Para determinar el dimensionamiento de las obras que forman el sistema de drenaje es necesario hacer un análisis hidráulico para conocer los principales parámetros como son el área de aportación, la longitud del tramo en estudio, la pendiente, el tiempo de concentración, la intensidad de lluvia, el coeficiente de escurrimiento y el gasto de proyecto. A continuación se indica la forma en que se obtienen dichos parámetros.

4.2.1. Determinación del área de aportación.

El área de aportación se obtiene de la planimetría en la planta geométrica, en la cual se marcan las áreas de escurrimiento y su respectiva dirección.

4.2.2. Longitud.

Para la determinación de la longitud de escurrimiento se considera el punto más alejado del área de aportación con respecto al punto de captación; realizándose la conversión a km debido a que se requiere en la fórmula de Kirpich.

4.2.3. Pendiente.

La pendiente se obtiene con la siguiente expresión:

$$S = \frac{E_1 - E_2}{L}$$

Donde:

E_1 = Elevación inicial.

E_2 = Elevación final.

L = Longitud del tramo por drenar.

4.2.4. Tiempo de concentración (T_c).

Uno de los parámetros para el método racional expresa, que el gasto producido por una lluvia de intensidad constante sobre una superficie, es máxima cuando dicha intensidad se mantiene por un lapso igual o mayor que el tiempo de concentración.

Tiempo de concentración es el tiempo de recorrido del agua desde el punto hidráulicamente más alejado hasta el punto de salida de la misma.

Por consiguiente es necesario calcular el tiempo de concentración utilizando la ecuación de Kirpich.

$$T_c = \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} (60)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del tiempo de concentración.

S = Pendiente media.

60 = Factor de conversión a minutos.

4.2.5. Intensidad de lluvia.

Obteniendo el tiempo de concentración en minutos se consulta la gráfica deducida de isoyetas de intensidad de lluvia, obteniéndose sobre el eje de las abscisas el valor de la intensidad.

Por lo cual se considera la duración de la tormenta igual al tiempo de concentración calculado y un periodo de retorno según sea el caso (para el caso del distribuidor vial Ignacio Zaragoza, 50 años).

4.2.6 Coeficiente de escurrimiento (C).

El coeficiente C que aparece en la ecuación del método racional americano esta en función del tiempo, del terreno y de la topografía; también representa la relación entre el volumen escurrido y el llovido.

Para este caso se tomo el valor de $C=0.8$ por ser calles asfaltadas, conforme a lo indicado por la C.N.A. (Comisión Nacional del Agua).

4.2.7. Gasto de proyecto.

Con los parámetros determinados se sustituye en la ecuación del método racional americano para el cálculo de escurrimientos superficiales.

$$Q_p = 0.278 \times C \times I \times A$$

Donde:

Q_p = Gasto de proyecto en m^3/s .

C = Coeficiente de escurrimiento, adimensional

I = Intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración en mm/hr .

A = Área de la aportación en km^2 .

0.278 = Factor de homogeneidad de unidades

4.2.8. Determinación del diámetro de las tuberías.

Se selecciona el diámetro de las tuberías de manera que su capacidad sea tal para trabajar con el gasto máximo extraordinario y el agua escurra sin presión a tubo lleno, con un tirante y velocidad que permita el arrastre de las partículas sólidas.

Ecuaciones empleadas:

$$Q = A \times V$$

Donde:

A = Área de la sección.

V = Velocidad media de escurrimiento en m/s .

La ecuación empleada para calcular la velocidad es la de Manning:

$$V = 1/n (R^{2/3} S^{1/2})$$

Donde:

V = Velocidad media del escurrimiento, m/s .

n = Coeficiente de rugosidad (n de Manning).

R = Radio hidráulico, m .

S = Pendiente hidráulica del conducto.

El valor de "n" empleado para el cálculo del diámetro es de 0.013 para tubos de concreto.

La pendiente "S" usada para el cálculo es la propia del tramo.

Ecuación empleada para calcular el gasto máximo para cualquier conducto circular, trabajando como canal sin riesgo de ahogamiento.

$$Q_{\text{máx}} = 0.311685392 \frac{D^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde:

D = Diámetro del conducto, m.

S = Pendiente media del conducto.

n = Rugosidad del conducto.

Sobre la base de la ecuación anterior y despejando simplemente el diámetro, se tendrá una expresión con la cual calcular el diámetro ideal para un conducto circular.

$$D_{\text{ideal}} = 1.548304343 (n Q / S^{1/2})^{3/8}$$

Donde:

n = Rugosidad del conducto.

S = Pendiente media del conducto.

Q = Gasto en m³/s.

4.3. ALCANTARILLAS.

El procedimiento de cálculo se realizó conforme a lo indicado anteriormente, es decir, se obtuvo el tiempo de concentración del área en estudio con su respectiva pendiente, después se calculó el gasto para determinar con este el diámetro necesario; la ubicación y cálculo hidráulico de las alcantarillas del distribuidor vial se resumen en los párrafos siguientes.

Las Alcantarillas No. 1 y 2, tienen un área transversal de 5.266m², perímetro mojado de 8.827m, radio hidráulico de 0.5955m, tirante normal de 2.50m a tubo lleno y con una pendiente S= 0.01%; ubicadas sobre la unión de las barrancas Epazotlatl y Tepetomayate, descargando directamente sobre el arroyo de la unión de dichas barrancas. La capacidad a tubo lleno de estas alcantarillas resulta de 21.886 m³/s.

Las Alcantarillas No. 3 y 4, tienen un área transversal de 5.266m², perímetro mojado de 8.827m, radio hidráulico de 0.5955m, tirante normal de 2.50m a tubo lleno y con

una pendiente $S = 0.01\%$; ubicadas sobre la bifurcación de la barranca Xaltonatl, descargando directamente sobre el arroyo de dicha barranca. La capacidad a tubo lleno de estas alcantarillas resulta de $21.886 \text{ m}^3/\text{s}$.

La alcantarilla No. 5 se considera local para captar el gasto de la cuneta lateral de la rama 100, para descargar en el pozo de caída escalonada que esta ubicado entre la caja de captación "F" y "XIV"; con un área de 0.65 m^2 , un gasto a tubo lleno de $1.31836 \text{ m}^3/\text{s}$, tirante normal de 0.306 m y un diámetro de 0.91 m .

La Alcantarilla No. 6 (existente) descarga mediante la caja de captación "D" hacia la línea de drenaje No. 1, tiene un diámetro de 0.91 m y un tirante normal de 0.247 m , con una capacidad de $1.318363 \text{ m}^3/\text{s}$ a tubo lleno.

La alcantarilla No. 7 (existente) descarga en el vaso existente, tiene un diámetro de 0.91 m y un tirante normal de 0.1587 m , con una capacidad de $1.318363 \text{ m}^3/\text{s}$ a tubo lleno.

4.4. DRENAJE LONGITUDINAL (Cuneta central y lateral)

Para el diseño hidráulico del drenaje longitudinal es necesario conocer los tirantes normal y crítico de las estructuras que lo componen (cunetas y contracunetas), a continuación se enuncian las expresiones requeridas para su cálculo:

Tirante Normal:

$$Y_n = [(4 (1+m^2) \cdot (n Q/S^{1/2})^3) / m^5]^{1/8}$$

Donde:

Y_n = Tirante normal, m.

n = Coeficiente de rugosidad.

Q = Gasto, m^3/s .

S = Pendiente hidráulica del conducto.

m = Talud ($m = 1.5: 1$).

Tirante Crítico:

$$Y_c = [(2Q^2) / (g m^2)]^{1/5}$$

Donde:

Y_c = Tirante crítico, m.

n = Coeficiente de rugosidad

Q = Gasto, m^3/seg .

m = Talud ($m = 1.5: 1$).

g = Constante de aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2).

CAPITULO 5

5. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.

La realización de la obra del distribuidor vial Ignacio Zaragoza es ejecutada con recursos de CAPUFE (Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos); en el presente capítulo se describirán los conceptos de obra requeridos para la construcción del distribuidor, así mismo se hará mención de los elementos que lo conforman.

La construcción consistirá en la ejecución de obras preliminares, obras inducidas, terracerías y pavimentos, la construcción de dos puentes vehiculares; obras hidráulicas consistentes en alcantarillas, cunetas, lavaderos, tuberías de concreto reforzado hasta 1.52 m de diámetro, cajas captadoras, bordillos y rejillas pluviales; suministro y colocación de alumbrado; sembrado de diversos tipos de arboles y arbustos; fabricación y colocación del señalamiento horizontal y vertical definitivo y el provisional para el buen funcionamiento del tránsito que circula sobre la autopista. El banco de tiro se encuentra ubicado en un radio aprox. de 30 km y el almacén destinado por el organismo se encuentra en un radio aprox. de 15 km.

5.1. OBRAS PRELIMINARES.

Estos trabajos consisten en demoliciones de concreto armado, demoliciones de mampostería, demoliciones de carpeta asfáltica, tala de arboles, extracción de tocones, reubicación de líneas de C.F.E., Telmex, etc., desmontaje y retiro de señalamiento vertical.

- Demolición de elementos estructurales de concreto reforzado con equipo neumático por unidad de obra terminada, con acarreo al banco de tiro autorizado a una distancia de 30 km. aproximadamente.

Incluye: las obras necesarias para la protección a terceros, la mano de obra para la demolición parcial o total por medios mecánicos, traspaleo, acarreo interno del material producto de la demolición, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesarias, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones; las cargas con equipo o a mano de los materiales producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas, los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo, la herramienta o equipo de seguridad y construcción necesario para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición se hará tomando como unidad el metro cúbico (m^3) medido en banco, antes de demoler.

- Demolición por medios mecánicos de mampostería seca de piedra, medido en banco, incluyendo acarreo de material demolido hasta el banco de tiro autorizado, a una distancia de 30 Km aproximadamente.

Incluye: las obras necesarias para la protección a terceros, la mano de obra para la demolición parcial o total por medios mecánicos, traspaleo, acarreo interno del material producto de la demolición, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesarias, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones; las cargas con equipo o a mano de los materiales producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas, los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la demolición, limpieza parcial o total del área de trabajo, la herramienta o equipo de seguridad y construcción necesario para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será el metro cúbico (m^3) medido antes de demoler, con aproximación de dos (2) decimales.

- Demolición por medios mecánicos de carpeta asfáltica medido en banco, incluyendo acarreo de material demolido hasta el banco de tiro autorizado a una distancia de 30 km. aproximadamente.

Incluye: las obras necesarias para la protección a terceros, corte con disco para delimitar la zona, la mano de obra para la demolición parcial o total por medios mecánicos, traspaleo, acarreo interno del material producto de la demolición, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesarias, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones; las cargas con equipo o a mano de los materiales producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas, los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la demolición o la limpieza parcial o total del área de trabajo, la herramienta o equipo de seguridad y construcción necesario para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo con las líneas de proyecto.

La unidad de medición será el metro cúbico (m^3) medido antes de demoler con aproximación de dos (2) decimales.

- Tala de arboles de acuerdo al diámetro del tronco medido a un metro del terreno natural.

Incluye: cable manila y materiales menores de consumo; la mano de obra para el desrame, la tala, derribe y troceado del árbol, junta, estiba, retiro de materiales sobrantes; la limpieza parcial o total del área de trabajo que sea necesario, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones; las cargas con equipo o a mano de los materiales producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo, los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas, durante el acarreo de ida y vuelta, los acarreos internos y externos para el retiro del material, producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo hasta el almacén que indique CAPUFE o la supervisión en un radio no mayor a 15 km, la herramienta o equipo de construcción y de seguridad necesario para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será la pieza (pza).

- Extracción de tocones de acuerdo al diámetro medido a 1.00 m. De altura del terreno natural.

Incluye: el suministro del cable manila, cable de acero, materiales menores de consumo, la mano de obra para la excavación en la zona correspondiente al tocón, desenraice, extracción del tocón, corte en secciones manejables y estiba, retiro de materiales sobrantes, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sea

necesario, incluyéndose los acarreo tanto horizontales como verticales que sean necesarios hasta el sitio para la carga a los camiones; las cargas con equipo o a mano de los materiales producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo, los tiempos de los vehículos durante las cargas y descargas, durante el acarreo de ida y vuelta, los acarreo internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza parcial o total del área de trabajo hasta el almacén que indique CAPUFE o la supervisión en un radio no mayor de 15 km; La herramienta o equipo de construcción y de seguridad necesarias para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será la pieza (pza).

- Reubicación de líneas de C.F.E., Telmex y otros (obras inducidas).

Se realizaran de acuerdo a los lineamientos de cada una de las dependencias involucradas.

La unidad de medición será el movimiento. Para efectos de pago se hará un precio unitario de acuerdo a los movimientos que se realicen.

- Desmontaje y retiro de señalamiento vertical al almacén que indique CAPUFE en un radio no mayor a 15 km. De distancia con recuperación a favor de CAPUFE, incluye: retiro de postes PTR, soportes de elementos de sujeción, demolición de cimentación, excavación, etc., según proyecto.

Incluye: el suministro de los materiales para el corte y operación del equipo y los materiales de consumo menor que en su caso sean necesarios, la mano de obra para la protección al tránsito y peatones mediante las señales y bandereros necesarios; el destornillado, auxiliares para el desmontaje del señalamiento vertical, elevación, carga traslado al almacén del contratista, descarga e inventariado de los materiales, así como su clasificación, la limpieza parcial o total del área de trabajo incluyéndose la demolición de banquetta excavación y demolición de cimentación, los acarreo tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga a los mismos de los materiales producto de las demoliciones, excavaciones, limpiezas, sobrantes o desperdicios, así mismo deberá incluir el cargo por equipo para las cargas; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas, los acarreo internos y externos para el retiro del material producto de las demoliciones y excavaciones, así como la limpieza, sobrantes o desperdicios hasta el banco de tiro; asimismo incluye la herramienta o equipo de construcción y de seguridad necesarios, el andamiaje necesario para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será la pieza (pza).

5.2. TERRACERIAS Y PAVIMENTOS.

Estos trabajos consisten en: despalme sobre el área asignada, formación y compactación de terraplenes, formación, mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado, pavimentos con materiales para base y sub-base, riego de impregnación con emulsiones asfálticas de rompimiento controlado, riego de liga con emulsiones asfálticas de rompimiento rápido, carpetas de concreto asfáltico compactadas al 95 %.

- El despalme de material se realizara íntegramente en el derecho de vía. Las operaciones para ejecutar el despalme se harán con el equipo adecuado.

El material será depositado a 1 Km máximo para su posterior utilización en la plantación de especies vegetales.

Incluye lo que corresponda por trazo, extracción, remoción y carga del material excavado; acarreo libre a un kilometro, descarga, deposito y acomodo del material en el sitio que indique la supervisión o CAPUFE; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas en el acarreo de ida y vuelta, los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios hasta el banco de tiro; la herramienta o equipo de construcción y de seguridad necesarios, de acuerdo con el proyecto, y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

La unidad de medición será el metro cúbico (m^3) medido en banco con aproximación de dos (2) decimales.

- Estructuras ejecutadas con material adecuado producto de bancos autorizados, de acuerdo con lo fijado en el proyecto se consideraran también como tales las cunas contiguas a los estribos de puentes y pasos a desnivel, la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la elevación de la subrasante en terraplenes existentes, y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes. Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes serán aquellos que provengan de cortes que sean adecuados. Para fines de la formación de terraplenes, se empleara material compactable.

Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 litros por metro cúbico (m^3) de material.

Se someterá la capa regada con equipo adecuado para dar la compactación especificada.

Se ejecutara en capas no mayores de 30 cm de espesor.

Incluye: la adquisición del material, el acarreo del material puesto en el lugar de su compactación, el suministro y acarreo del agua necesaria para su correcta compactación y desperdicios de ésta; la mano de obra o maquinaria necesaria para el acarreo total y espaciado del material, la aplicación y adecuada incorporación del agua, así como su compactación del material, la eliminación del sobrante, la limpieza total o parcial del área de trabajo necesarias, incluyendo acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios hasta el sitio para carga de los camiones, la carga de los materiales producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios de la misma, así como el cargo por equipo para las cargas, los tiempos de los vehículos de transporte durante el acarreo de ida y vuelta, los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios hasta el banco de tiro autorizado, las pruebas de laboratorio necesarias del material; la herramienta o equipo de construcción y seguridad necesario para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será el metro cúbico (m³) medido en banco.

- La capa subrasante deberá tener como mínimo 40 (cuarenta) centímetros de espesor, formándose con dos capas de material de banco, las cuales se compactaran de acuerdo con lo indicado en lo siguiente:

Se ejecutará uniformemente en todo el ancho de la sección, según los grados de compactación que indique el proyecto.

Se dará al material uniformemente la humedad conveniente. Se aplicará el agua en el lugar de la excavación o en el terraplén mismo.

Cuando el material de los terraplenes contenga mayor grado de humedad que el óptimo antes de iniciar la compactación, se eliminará el agua excedente.

Sí lo ordena CAPUFE, efectuada la compactación de una capa de material, su superficie se escarificará y se agregará agua si es necesario, antes de tender la siguiente capa, a fin de ligarlas debidamente.

Incluye: la adquisición del material, el acarreo del material desde el banco autorizado hasta el lugar de su compactación y el suministro y acarreo del agua necesaria para su correcta compactación, desperdicios de esta, la mano de obra o maquinaria necesaria para el acarreo total y su espaciado del material, la aplicación y adecuada incorporación del agua, así como su compactación del material, la eliminación de sobrante, la limpieza parcial o total del área de trabajo necesarias, incluyendo acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios hasta el sitio para carga de los camiones, la carga de los materiales producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios de la misma, así como el cargo por equipo para las cargas, los tiempos de los vehículos de transporte durante el

acarreo de ida y vuelta, los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios, hasta el banco de tiro autorizado, las pruebas de laboratorio necesarias del material; la herramienta o equipo de construcción y de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será el metro cúbico (m^3) medido y colocado.

- Construcción de sub-base de 20 cm. de espesor con material limpio y sano de trituración total proveniente de banco.

Se construirá con materiales pétreos seleccionados, que sean producto de trituración y que este limpio y sano proveniente de banco, se deberá tener especial cuidado durante la etapa de construcción de extraer el material de frentes limpios y sanos, además que durante su proceso de elaboración, no se contamine con material indeseable, sobre todo arcillas, los materiales que constituyan la sub-base deberán cumplirlo siguiente:

Con tamaño máximo de agregado de 50 milímetros (50 mm.), (2"), la capa tendrá el espesor indicado en el proyecto y se compactara al (100 %), de su p.v.s.m., así mismo, para que de inmediato se proporcione la compactación requerida, empleando rodillo vibratorio.

Incluye el suministro del material, el agua puestos en el sitio de su colocación, mermas y desperdicios de los materiales, la mano de obra o equipo para el tendido, el acarreo total hasta el lugar de su colocación, la aplicación del agua y su incorporación adecuada, así como el sobre acarreo de esta, la preparación de la capa anterior previa al tendido en capas de espesores marcados en proyecto, la compactación, el afine de la terracería necesaria, el recorte de las cunas y la eliminación del sobrante, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesario, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes o desperdicios, así mismo deberá incluir el cargo por equipo para las cargas; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas durante el acarreo de ida y vuelta; los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios, hasta el banco de tiro; las pruebas de laboratorio que sean necesarias en cuanto a su tipo periodicidad y cantidad conforme a las normas generales de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la herramienta o equipo de construcción y seguridad necesario para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será el metro cúbico (m^3).

- Construcción de base hidráulica estabilizada con cemento Portland al 6.0 % respecto al peso del material pétreo. Con módulo resistente mínimo de 63,000 kg/cm² o resistencia mínima a compresión simple a 7 días de 65.0 kg/cm².

Se construirá con materiales pétreos seleccionados, que sean producto de trituración y que este limpio y sano para lo cual se utilizará material proveniente de banco, se deberá tener especial cuidado durante la etapa de construcción de extraer el material de frentes limpios y sanos, además que durante su proceso de elaboración, no se contamine con material indeseable, sobre todo arcillas, los materiales que constituyan la base deberán cumplir lo siguiente:

Con tamaño máximo de agregado de 39 milímetros (39 mm.), (1 1/2"), la capa tendrá el espesor indicado en el proyecto y se compactara al (100 %), de su p.v.s.m.. La construcción de la base se iniciara cuando la sub-base este terminada.

A) La descarga de los materiales que se utilicen en la construcción de las bases deberá hacerse sobre la sub-base en la forma y en los volúmenes por estación de veinte (20) metros.

B) La longitud máxima del tramo de carretera, para descargar materiales de base, será fijada por CAPUFE.

C) Los procedimientos de ejecución de las bases, así como sus proporcionamientos, serán fijados en el proyecto.

D) Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado mínimo fijado en el proyecto sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto CAPUFE podrá ordenar que cualquier capa ya compactada se escarifique superficialmente y se le agregue agua, si es necesario, antes de tender la siguiente capa, afín de ligarlas debidamente. Podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores que el indicado, siempre que se obtenga la compactación fijada en el proyecto, se darán riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

Incluye el suministro del material y el agua puestos en el sitio de su colocación, mermas y desperdicios de los materiales, la mano de obra o equipo para el tendido, el acarreo total hasta el lugar de su colocación, la aplicación del agua y su incorporación adecuada, así como el sobre acarreo de ésta, la preparación de la capa anterior previa al tendido en capas de espesores marcados en proyecto, la compactación, el afine de la terracería necesaria, el recorte de las cunas y la eliminación del sobrante, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesarios, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes o desperdicios, así mismo deberá incluir el cargo por equipo para las cargas; los tiempos de los vehículos de transporte

durante las cargas y las descargas durante el acarreo de ida y vuelta; los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios, hasta el banco de tiro; las pruebas de laboratorio que sean necesarias en cuanto a su tipo periodicidad y cantidad; la herramienta o equipo de construcción y seguridad necesario para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será el metro cúbico (m^3).

- Se aplicará un riego de impregnación a base de emulsión asfáltica de rompimiento controlado, se proporcionara a razón de 0.8 lts de residuo asfáltico por metro cuadrado (m^2) previo a su aplicación se barrerá intensamente las superficies a tratar para eliminar el material suelto, polvo, materia extraña. No se permitirá el paso de tránsito ni maquinaria sobre el riego hasta el momento de tendido de la carpeta. En cuanto a las emulsiones de rompimiento rápido, estas provendrán de alguna planta cuya calidad sea reconocida.

Se deberá proporcionar a razón de 0.80 lts de residuo asfáltico por metro cuadrado (m^2) dependiendo de la impregnación que quiera lograrse, de carga catiónica o aniónica. La decisión de la carga catiónica o aniónica deberá ser por parte del laboratorio de control de calidad de la supervisión de la obra. Con base en las pruebas de laboratorio que realice al respecto. La emulsión asfáltica que se emplee para el riego de impregnación deberá ser de fabricación controlada de planta. Podrán emplearse emulsiones asfálticas de marca comercial registrada, en cuyo caso deberán seguirse las indicaciones del fabricante relativas a uso, almacenamiento, mezclado y aplicación según el tipo de base que se logre (abierta o cerrada), es recomendable que las emulsiones asfálticas de marca comercial que se pretenda emplear se sometan a una prueba previa de 100 m de longitud, en la que se ensayen las diluciones y procedimientos de construcción que proponga el fabricante, así como realizar las pruebas de laboratorio necesarias, y todo lo necesario para su correcta ejecución.

La unidad de medición será el metro cuadrado (m^2) de riego de impregnación colocado y terminado con aproximación de dos decimales.

- Riego de liga a base de emulsión asfáltica de rompimiento rápido. Se colocara a razón de 0.4 lts de residuo asfáltico por metro cuadrado (m^2) sobre la base hidráulica impregnada. En cuanto a las emulsiones de rompimiento rápido, estas provendrán de alguna planta cuya calidad sea reconocida.

Se deberá proporcionar a razón de 0.4 lts de residuo asfáltico por metro cuadrado (m^2). Dependiendo de la liga que quiera lograrse, de carga catiónica o aniónica. La decisión de la carga catiónica o aniónica deberá ser por parte del laboratorio de control de calidad de la supervisión de la obra. Con base en las pruebas de laboratorio que realice al respecto. La emulsión asfáltica que se emplee para el

riego de liga deberá ser de fabricación controlada de planta. Podrán emplearse emulsiones asfálticas de marca comercial registrada, en cuyo caso deberán seguirse las indicaciones del fabricante relativas a uso, almacenamiento, mezclado y aplicación según el tipo de base que se logre (abierta o cerrada), es recomendable que las emulsiones asfálticas de marca comercial que se pretenda emplear se sometan a una prueba previa de 100 m de longitud, en la que se ensayen las diluciones y procedimientos de construcción que proponga el fabricante, así como realizar las pruebas de laboratorio necesarias, y todo lo necesario para su correcta ejecución.

La unidad de medición será el metro cuadrado (m^2) de riego de impregnación colocado y terminado.

- Carpeta asfáltica de espesor de acuerdo al proyecto de planta con cemento asfáltico ac-20, compactado al 95 % de su peso volumétrico máximo Marshall.

Una vez aplicado el riego de liga, se construirá una carpeta a todo lo ancho de la ampliación, incluyendo acotamiento, con un espesor de acuerdo al proyecto, y se compactara al 95 % de su peso volumétrico Marshall. Se debe tener especial cuidado en la zona de unión entre la estructura existente del pavimento y la nueva carpeta. Se utilizara para el tendido una entendedora que garantice una buena distribución y compactación inicial de la mezcla asfáltica y además que cuente con un sistema de sensores automáticos para el control de espesores y niveles. En el caso de iniciar lluvia, el tendido deberá suspenderse de inmediato, sin argumentar que se tiende bajo riesgo de la constructora.

La superficie de rodamiento deberá tener una textura y acabado uniforme, sin cambios bruscos en las pendientes longitudinales.

La carpeta se construirá con mezcla asfáltica elaborada en caliente con planta estacionaria. Se utilizara material pétreo triturado a un tamaño máximo de 19 mm. Estos materiales aparte de que cumplan ampliamente con las especificación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, deben cumplir con un equivalente de arena de 65 % mínimo. Para la elaboración de la mezcla se empleara cemento asfáltico ac-20 y aditivo sbs.

La calidad de la mezcla asfáltica será juzgada conforme al criterio Marshall, debiendo cumplir el material pétreo con los siguientes requisitos:

Desgaste los Angeles	35 % máx.
Equivalente de arena	65 % mín.
Limite liquido	25 % máx.
Indice plástico	Inapreciable
Contracción lineal	0.5 % máx.
Forma de partícula (tajero o alargamiento)	35 % máx.

Partículas trituradas			70 % mín.
Adherencia con el asfalto			Buena
Partículas suaves			0 % máx.
Densidad			2.4 mín.
Solubilidad en tricloroetileno %	99.00	-	SCT-011-E.10
Perdida por calentamiento TFOT %	-	0.8	SCT-011-C.04
Retención de la penetración 4° C %	50	-	ASTM D-5
Retención de la ductilidad 4° C %	50	-	ASTM D-5
Recuperación elástica 25° C	45 %	-	AASHTI-B-02
Modulo complejo SHRP 64° C			
G*/sen 6 Kpa (asfalto original)	1.0	-	SHRP B-003
G*/sen 6 Kpa (después de TFOT)	2.2	-	SHPR B-003
G*/sen 6 Kpa (después de pav) 22° C	5000	-	SHPR B-003

Incluye: la elaboración del concreto asfáltico caliente en planta, así como los materiales, la mano de obra o equipo y herramienta menor necesaria para la carga a los vehículos de transporte y descarga de los mismos en la forma requerida para su tendido y colocación, el acarreo desde la planta al lugar de su colocación así como la maquinaria necesaria para la correcta ejecución del trabajo, el tendido uniforme de los materiales a las temperaturas adecuadas, compactado de la carpeta hasta obtener un espesor mínimo de acuerdo a proyecto o especificaciones en el material compactado, preparación de la capa anterior previa al tendido de la nueva capa para efectuar su liga adecuada, reparación de juntas de construcción longitudinales y transversales, afine de carpeta terminada, los recortes de las cunas necesarias, protección a las estructuras o partes de ellas que lo requieran; la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesario, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes o desperdicios, así mismo deberá incluir el cargo por equipo para las cargas; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas durante el acarreo de ida y vuelta; los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios, hasta el banco de tiro; las pruebas de laboratorio que sean necesarias en cuanto a su tipo, periodicidad y cantidad conforme al proyecto.

La unidad de medición será el metro cúbico (m³); para efectos de pago se cuantificaran las unidades realmente ejecutadas en la obra, de acuerdo a las líneas de proyecto.

5.3. OBRAS HIDRAULICAS.

Estos trabajos consisten en la colocación de tubería para drenes de P.V.C. de diferentes diámetros, pozos de visita y rejillas para piso de fierro fundido.

- Los drenes se colocaran en la zona destinada para el desalojo de aguas pluviales en la superestructura, mediante la instalación de un tramo de tubo de pvc y albañales, unido con pegamento epóxico, basándose a lo establecido en el proyecto correspondiente.

Incluye lo que corresponda por: adquisición de los materiales (tubo de PVC y pegamento epóxico), cargas y descargas, transporte al lugar de la obra, desperdicios, instalación de PVC de acuerdo al proyecto, costos de los andamios, mano de obra y herramienta menor, tiempo de los vehículos empleados en los transportes, limpieza y en general, todo lo necesario para una correcta ejecución de los trabajos.

La medición de los drenes se hará tomando como unidad el metro (m), basándose en las cantidades indicadas en el proyecto.

- Los pozos de visita comunes, especiales y de caída escalonada, se construirán conforme al proyecto, tomando en consideración para la ejecución de los trabajos lo siguiente: la separación máxima entre pozos será la indicada en proyecto y deberán existir en todos los cruces, cambios de dirección, pendientes y diámetros, así como conexiones especiales. No se permitirá que se instalen a mas de lo indicado en el proyecto de tubería de alcantarillado sin que estén terminados sus respectivos pozos de visita. Al construir las bases de mampostería de piedra brasa o del material que indica el proyecto, se harán en ellas canales de media caña que tengan la misma pendiente de la tubería principal que llegue al pozo. Antes de iniciar el desplante del muro de tabique se colocará sobre las tuberías una trabe de concreto armado de la resistencia y dimensiones para cada pozo. Los tabiques empleados para la construcción del muro del pozo deberán mojarse previamente a su colocación y colocarse a tizón, en hiladas horizontales con juntas de espesor no mayor de 1.5 cm. Cada hilada deberá quedar desplazada con respecto a la anterior en forma tal que no coincidan las juntas verticales de los tabiques que la formen (cuatrapeado). El muro será de tabique rojo recocido y en ningún caso su espesor será menor de 28 cm y junteado con mortero de cemento-arena en proporción 1:3. Se podrán instalar brocales y tapas prefabricadas según indicaciones de proyecto y fijarlos junto con los escalones, antes de iniciar el aplanado interior del muro. Los aplanados en ningún caso tendrán un espesor menor de 1 cm y serán de mortero cemento-arena en proporción 1:4, con llana o regla y pulido fino de cemento, curándose durante 10 días con agua o con algún otro procedimiento que indique el proyecto. Para evitar posibles fugas, las intersecciones de la tubería dentro de los pozos, deberán ser emboquilladas con el mismo material del aplanado. El concreto que se emplee en la fabricación de brocales, tapas y rejillas deberá tener una resistencia mínima de $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$. Los brocales deberán quedar a nivel de piso terminado según proyecto o en su caso del pavimento existente con tolerancia de $\pm 1.0 \text{ cm}$.

Incluye: el suministro de los materiales con sus mermas y desperdicios puestos en el sitio de su colocación tales como: piedra braza limpia, tabique rojo recocido, concreto $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$, mortero cemento-arena 1:3, tubería de concreto, madera de pino, acero de refuerzo, escalones de fierro, brocal y tapa de concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$, cama de tezontle, relleno de tepetate compactado al 90% de su p.v.s.m. hasta el nivel de desplante de la base y materiales menores de consumo, la mano de obra o equipo para la demolición de pavimentos, excavación, colocación de tubería, cama de tezontle y relleno de tepetate, el movimiento y selección de los materiales, el acomodo y junteo en la construcción de la mampostería, construcción del muro de tabique, aplanado pulido en el interior de los muros, elaboración de las cimbras y obra falsa necesaria, elaboración y colocación del concreto, habilitado y colocación del acero de refuerzo, forjado de tubo trabe de concreto de acuerdo al proyecto, colocación, nivelación y fijación de los escalones, brocales y tapas de concreto, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesario, incluyéndose los acarrees tanto horizontales como verticales que sean necesarios hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes o desperdicios, así mismo, deberá incluir el cargo por equipo para las cargas; los tiempos de los vehículos de transportes durante las cargas y descargas durante los acarrees de ida y vuelta, los acarrees internos y externos hasta el banco de tiro; la herramienta o equipo de construcción y de seguridad necesarias de acuerdo con el proyecto, y todo lo necesario para su correcta ejecución.

La unidad de medición será la pieza.

- Las rejillas pluviales serán construidas por el contratista de acuerdo con lo señalado en el proyecto y su conexión a la tubería del alcantarillado se hará en la forma descrita en el proyecto. Las rejillas para piso deberán cumplir con lo que se indica a continuación: la base de las rejillas para piso se harán mediante una plantilla de pedacería de tabique de 10 cm. de espesor. Los brocales de las rejillas de piso deberán quedar en su parte superior al nivel de la superficie terminada del pavimento en que estén ubicados con una tolerancia máxima de $\pm 1 \text{ cm}$ y las tapas deberán asentar perfectamente en todo su perímetro de apoyo para evitar que sufran daño al recibir cargas exteriores. Los muros de las rejillas para piso serán de concreto armado de 20 cm de espesor debiendo colocar el tubo de diámetro necesario para la descarga a la atarjea, con la pendiente necesaria para su conexión. El aplanado interior de los muros se hará con un mortero de cemento 1:3 y en ningún caso tendrá un espesor menor a 1.0 cm los desarenadores tipo de rejilla, deberán tener como mínima una profundidad de 20 cm las dimensiones de las rejillas serán las indicadas en el proyecto.

Incluye: el suministro de los materiales para la fabricación de concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$, el mortero de cemento 1:3, la pedacería de tabique rojo recocido, acarreo, carga, descarga, tiempos de los vehículos empleados en el transporte, mermas y desperdicios, la mano de obra para la excavación, apisonado, movimiento local de los materiales, fabricación del concreto simple, colado, curado, construcción de

muros, fabricación y aplicación del mortero, aplanado y pulido en el interior de los muros, preparación de la descarga, emboquillado, recepción y amacizado del brocal y la rejilla y limpieza de la obra; la herramienta y equipo necesario para la correcta ejecución del trabajo. Y todo lo necesario para su correcta ejecución. Para efecto de pago se cuantificarán las piezas instaladas según líneas del proyecto.

Las rejillas de la sección y características fijadas, se medirán colocadas, tomando como unidad la pieza (pza).

5.4. INGENIERIA DE TRANSITO.

Estos trabajos consisten en la aplicación de pintura termoplástica para señalamiento horizontal, fabricación y colocación de señalamiento vertical, colocación de defensa de concreto tipo CADI, suministro y colocación de vialetas, fabricación y colocación de defensa metálica galvanizada.

- La aplicación de pintura termoplástica a base de resinas de hidrocarburos se aplica entre los 250° C y los 300° C, solidificándose en un plazo de tres minutos, su colocación se realiza con equipo pintorayas para material termoplástico, con su alta concentración de micro esfera de cristales reflejantes.

Incluye: el suministro de la pintura y la micro esfera, la mano de obra para su colocación según proyecto o especificaciones generales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes libro 3. 01.01, los materiales menores de consumo, las mermas y desperdicios incluyendo los acarrees necesarios, la limpieza parcial o total del área de trabajo, el retiro de los materiales producto de la limpieza hasta el sitio para la carga a los camiones, así mismo deberá incluir el cargo por equipo para las cargas; los tiempos de los vehículos de los transportes para las cargas y descargas, los acarrees internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza hasta el banco de tiro autorizado, así mismo incluye la herramienta o equipo necesario para la correcta ejecución del trabajo de acuerdo al proyecto o a las especificaciones generales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La unidad de medición será el metro (m) o la pieza (pza) según sea el caso.

- Fabricación y colocación de señalamiento vertical.

La fabricación y colocación de las señales esta sujeta a los lineamientos marcados en el manual de dispositivos para el control del transito en calles y carreteras y al manual de señales turísticas y de servicios, ambos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Incluye: el suministro de la lámina en el calibre especificado, poste de acero laminado tipo ángulo, herrajes, soldadura, perfiles de acero laminado, materiales para limpieza de lámina, materiales de consumo menor, mermas, desperdicios y

desescalabres, elevación, carga, acarreo internos, descargas, las manos de obra para: trazo, corte, doblado, impresión de señales, limpieza de la superficie por pintar, aplicación y reflejante en su caso, con un espesor mínimo de película seca de pintura de acuerdo a lo indicado, armado e instalación de la señal en el sitio señalado, todas las fases del montaje, los artificios que se requieran, los elementos de seguridad y protección para los trabajadores, retiro de materiales sobrantes, la limpieza parcial o total del área de trabajo que sean necesarias, incluyéndose los acarreo tanto horizontales como verticales que sean necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes o desperdicios, así mismo deberá incluir el cargo por equipo para las cargas, los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas durante el acarreo de ida y vuelta, los acarreo internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios hasta el banco de tiro, la maquinaria, herramienta o equipo de construcción y de seguridad necesarias para la correcta ejecución del trabajo de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición se hará tomando como unidad la pieza (pza) colocada.

- Suministro y colocación de defensa de concreto tipo CADI de acuerdo al manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Incluye: el suministro de la defensa, los materiales necesarios, sus mermas y desperdicios para su correcta colocación, los acarreo internos y externos, la limpieza parcial o total del área de trabajo necesarias. Incluyendo sus acarreo necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga al mismo de los materiales, producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios, así mismo deberá incluir el cargo por equipo para la carga; los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas, los acarreo internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios hasta el banco de tiro; de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será el metro (m).

- Suministro y colocación de vialetas tipo swuaromex de 10x10 cm.

Se usaran para completar las marcas sobre el pavimento, su estructura deberá ser lisa de color blanco y se fijaran por medio de anclas o adhesivos, no debiendo de sobresalir mas de 2 cm del nivel del pavimento, cuenta con un relleno de resinas termoplásticas resistentes al alto impacto.

Incluye: el suministro de los materiales necesarios, sus mermas y desperdicios, la mano de obra, herramienta, equipo de seguridad y construcción necesarios para su colocación, las cargas, acarreo y descargas al sitio requerido según proyecto, la limpieza parcial o total del área de trabajo necesarias, incluyendo sus acarreo

necesarios, hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga al mismo de los materiales, producto de la limpieza, sobrantes o desperdicios, así mismo deberá incluir el cargo, los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas; los acarreos internos y externos para el retiro del material producto de la limpieza, sobrante o desperdicios hasta el banco de tiro, de acuerdo con el proyecto.

La unidad de medición será la pieza.

- Fabricación y colocación de defensa metálica galvanizada.

Regirán las disposiciones contenidas en el manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en lo referente a la disposición general de la instalación de la defensa metálica; lo establecido en las normas de calidad de materiales, libros 4.01 y 4.02, de la propia secretaria, para la aceptación de la calidad de los materiales.

Incluye: el costo de los materiales como es: la lámina y los perfiles metálicos, de acuerdo a proyecto, concreto para bases que se requieran, materiales menores de consumo para la fabricación, traslado y colocación final de la defensa metálica, conforme a proyecto; sus mermas, descabres o desperdicios; la mano de obra para cargas, acarreos, descargas y todos los movimientos tanto horizontales como verticales requeridos para el suministro total de materiales donde se requieran, la fabricación de la defensa metálica con todos sus elementos según su tipo, traslado y fijación final en la obra de acuerdo a proyecto; limpieza parcial o final de las áreas necesarias, la herramienta, maquinaria, operación, equipo de construcción y de seguridad necesarios y adecuados para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo a proyecto.

La unidad de medición se hará tomando como unidad el metro lineal (m).

5.5 ESPECIFICACIONES GENERALES.

Regirá la última edición de las normas para construcción e instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en particular lo relativo al libro 3.01.01, capítulos 002 (desmonte); 003 (corte); 004 (préstamos); 005 (terraplenes) y 008 (acarreos); al libro 3.01.02, 022 (excavación para estructura); 023 (rellenos); 024 (mamposterías); 025 (sampeados); 026 (concreto hidráulico), 027 (acero para concreto hidráulico); 029 (estructuras de concreto perforado); 035 (pilotes colados en el lugar); 039 (estructuras de acero); 042 (recubrimiento con pintura); 043 (demoliciones), 044 (trabajos diversos), y al libro 3.01.03 capítulos 073 (sub-bases y bases); 075 (materiales para construcción de carpetas y mezclas asfálticas); 078 (riego de impregnación); 081 (carpetas de concreto asfáltico), y 082 (riego de sello). Y el manual de señalamiento y dispositivos para el control y manejo de tránsito en calles y carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

5.6. ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.

El contratista no podrá hacer modificaciones al proyecto ni a las recomendaciones de construcción indicadas en el mismo, sin la autorización escrita de la supervisión o el organismo.

Las etapas o fases constructivas contempladas en el proyecto definitivo, podrán ser modificadas en su secuencia de ejecución y podrán implementarse varias de ellas simultáneamente, previa aprobación escrita de la supervisión o el organismo.

Previo al inicio de la obra, se verificará en el lugar, que las dimensiones de proyecto correspondan con las de la estructura existente y de ser necesario se ajustaran en los planos salvo que alguna diferencia quede fuera de proporción entonces se notificará al residente de la supervisión.

CAPITULO 6

6. INTERACCION CON LA CONSTRUCCION.

6.1. MODIFICACIONES A LA GEOMETRIA COMO CONSECUENCIAS DE LAS OBRAS.

En la zona donde se encuentra ubicado el distribuidor vial Ignacio Zaragoza cruzan líneas de conducción de hidrocarburos de PEMEX, estas líneas deben ser protegidas de acuerdo a lo dictado por las normas de seguridad de dicha dependencia, entre las que destacan:

- En el cruce de vías de comunicación con ductos de transporte de hidrocarburos, deberá construirse una obra especial con el fin de evitar que el ducto soporte cargas externas ocasionadas por el tránsito en esta vía de comunicación.
- Las obras especiales de protección para los conductos deben cumplir con lo siguiente:

El concreto a emplear en la construcción de las trincheras será de un $F'c= 250$ kg/cm².

La altura de la trinchera será de 1.80 m, medidos a partir de lomo del ducto.

Las secciones de la trinchera serán de concreto armado (no de mampostería).

Deberá de llenarse la trinchera con material fino (arena).

Deberán colocarse ganchos a cada tres metros sobre el techo de la trinchera para soportar una carga de 150 kg/m.

- Solo se autoriza la construcción de trincheras para los cruces de la cinta asfáltica con los ductos de transporte de hidrocarburos no así en las áreas donde la cinta asfáltica corra paralela a los ductos.
Por lo que se deberá de modificar el trazo de la carretera hasta donde el proyecto lo permita.

De acuerdo con lo anterior al iniciarse las obras del distribuidor, se realizaron los sondeos necesarios para verificar las profundidades de las tuberías, derivándose las siguientes:

1. Rama 500 cadenamiento 501+300, ductos afectados: Oleoducto 24" \varnothing y poliducto 12" \varnothing .
2. Rama 40 cadenamiento 40+220 (base de puente), ductos afectados: Oleoducto 24" \varnothing y poliducto 12" \varnothing .
3. Rama 100 cadenamiento 101+000 al 101+300.
Rama 200 cadenamiento 200+600 al 200+950.
Rama 300 cadenamiento 300+300.
Rama 30 cadenamiento 30+200.
Rama 50 cadenamiento 50+520.
Ductos afectados: Oleoducto 24" \varnothing y poliducto 12" \varnothing y ramal de 4" \varnothing .
4. Rama 500 cadenamiento 501+020, ductos afectados: Propano de 24" \varnothing y antiguo registro de interconexión a Bimbo (fuera de operación).
5. Rama 60 cadenamiento 60+320 a 60+400.
Rama 300 cadenamiento 300+500.
Rama 200 cadenamiento 200+220.
Rama 100 cadenamiento 101+520.
Rama 30 cadenamiento 30+300.

Ductos afectados: Propano de 24" \varnothing , ramal de 4" \varnothing a Benteler y ramal de 6" \varnothing a Alumex.

6. Rama 500 cadenamamiento 500+000 al 500+540.

Ductos afectados: Ramal de 2" \varnothing a Bimbo, ramal de 4" \varnothing a Benteler, ramal de 6" \varnothing a Alumex, subramal de 2" \varnothing a Sabormex y subramal de 2" \varnothing a Luk de México, incluyendo registros de válvulas derivadoras a Conalum, Luk, Sabormex, Alumex y Benterler.

De las observaciones listadas anteriormente CAPUFE ordenó la modificación a la geometría del distribuidor vial en los tramos de las ramas antes indicadas.

Las modificaciones geométricas se realizaron con la utilización de los métodos y programas indicados en capítulo 3 de esta tesis, es decir primero se modificaron los alineamientos horizontales, trayendo esto como consecuencia los ajustes necesarios al alineamiento vertical de cada rama, con los cambios efectuados en los alineamientos horizontal y vertical fue necesario modificar las secciones transversales y obtener nuevamente áreas para realizar el ajuste a la volumetria y curva masa de proyecto.

CONCLUSIONES

Después de la utilización de los procedimientos expuestos en este trabajo se puede hacer resaltar las ventajas de estos sobre los métodos tradicionales, por ejemplo se reduce el tiempo requerido para la realización del diseño en razón de 4 a 1, así mismo los recursos humanos requeridos para realizar el proyecto de un distribuidor vial a la usanza antigua requieren de un ingeniero y cinco auxiliares, en tanto que con este procedimiento se requiere solamente de un ingeniero, un auxiliar y el equipo de cómputo necesario (dos computadoras personales, software y un graficador); cabe mencionar que esta optimización de tiempos y de recursos es posible gracias a que el ingeniero proyectista puede organizar su programa de trabajo apoyándose en el hecho de que cuenta con todos sus archivos de trabajo digitalizados, para tomar de estos los datos que requiera sin tener que depender de terceros.

Es importante mencionar que el Software "AutoCIVIL" no es el único que existe en su tipo, pero sí resulto ser el que más se ajustaba a las necesidades de este proyecto.

La utilización de programas de cómputo como el utilizado para la realización del periférico ecológico de la ciudad de Puebla, no tienen la finalidad de remplazar al ingeniero, ni tampoco convertirlo en un operador de programas, es simple y sencillamente una herramienta más de trabajo y por tanto es recomendable que todo

ingeniero dedicado a la construcción y diseño de carreteras se mantenga a la vanguardia en este aspecto, además de estar consciente que la manera de construir no ha cambiado, pero sí la manera de ejecutar los trabajos.

La sistematización de las empresas de ingeniería con el empleo de programas de cómputo, digitalización de archivos, utilización de Internet y correo electrónico es la realidad que se debe afrontar ante la inminente globalización y poder así lograr mantenerse a la vanguardia en un mundo al que no se puede dar vuelta atrás.

En lo que respecta al problema vial de la ciudad de Puebla, se han logrado grandes avances, gracias a las obras que se han realizado de 1993 a la fecha; se observa que estas resultaron de un costo bajo comparado con los beneficios que han generado.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Gobierno del Estado de Puebla.**
Programa de Desarrollo Regional Angelópolis.
México.
- 2. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.**
Manual de Proyecto Geométrico.
México.
- 3. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.**
Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras.
México.
- 4. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.**
Normas para la construcción e instalaciones.
Carreteras y Aeropistas.
México.

5. **Cal y Mayor R., R y Cardenas James, G.**
Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones.
Editorial Alfaomega.
7ª Edición.
México, 1994.
6. **Rico Rodríguez, A y Castillo Mejía, H.**
La ingeniería de los suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Vol. 2.
Editorial Limusa.
10ª Edición.
México, 1996.
7. **Wright, Paul H. y Paquette, Radnor J.**
Ingeniería de carreteras.
Editorial Limusa.
5ª Edición del Inglés.
México, 1993.
8. **Olivera Bustamante, F.**
Estructuración de vías terrestres.
Editorial C.E.C.S.A.
4ª Reimpresión.
México, 1986.
9. **Alonso Lerch, F.**
Apuntes de cartografía.
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
México, 1986.
10. **Research Engineers, Inc.**
AutoCIVIL, User's Manual.
Version 5.0.
Published March, 1994.

OTROS DOCUMENTOS CONSULTADOS.

11. **Secretaría de Comunicaciones y Transportes.**
Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.
Proyecto y Dirección de Sistemas de Ingeniería S.A. de C.V.
J.I. Construcciones S.A. de C.V.
Memorias de Proyecto Geométrico, Distribuidor vial Ignacio Zaragoza.
México, 1996.
12. **Secretaría de Comunicaciones y Transportes.**
Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.
Proyecto y Dirección de Sistemas de Ingeniería S.A. de C.V.
Manifestación de Impacto Ambiental, Distribuidor vial Ignacio Zaragoza.
México, 1996.

13. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

*Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.
Proyecto y Dirección de Sistemas de Ingeniería S.A. de C.V.
Estudio Geotécnico y proyecto de pavimentos, Distribuidor vial Ignacio Zaragoza.
México, 1996.*

14. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

*Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.
Proyecto y Dirección de Sistemas de Ingeniería S.A. de C.V.
Memoria descriptiva, Proyecto de alcantarillado pluvial, Distribuidor vial Ignacio Zaragoza.
México, 1996.*

15. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

*Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos
Catálogo de Conceptos, Distribuidor vial Ignacio Zaragoza.
México, 1996.*

16. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

*Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.
Proyecto y Dirección de Sistemas de Ingeniería S.A. de C.V.
J.I. Construcciones S.A. de C.V.
Minutas de proyecto geométrico, Distribuidor vial Ignacio Zaragoza.
México, 1996.*